

Сборник научных трудов академии
строительства и архитектуры
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный
университет им. В.И. Вернадского»

Свидетельство о регистрации СМИ
ПИ № ФС77-61830 от 18.05.2015 г.

Техническая редакция:
Янушковский К.А.

Редакционный совет:

Председатель: Федоркин С.И., д.т.н., проф., КФУ им.В.И. Вернадского

Заместитель председателя: Николенко И.В., д.т.н., проф., КФУ им.В.И. Вернадского

Заместитель председателя: Любомирский Н.В., д.т.н., проф., КФУ им.В.И. Вернадского

Руководители редакционных комиссий:

– *Градостроительство* – **Нагаева З.С., д.арх., проф.,** КФУ им.В.И. Вернадского

– *Строительные науки* – **Шаленный В.Т д.т.н., проф.,** К Ф У и м . В . И . В е р н а д с к о г о

– *Инженерное обеспечение* – **Зайцев О.Н., д.т.н., проф.,** КФУ им.В.И. Вернадского

– *Экологическая безопасность* – **Ветрова Н.М., д.т.н., проф.,** КФУ им.В.И. Вернадского

Члены редакционного совета:

Андронов А.В., к.ф.-м.н., доц., КФУ им.В.И. Вернадского

Абдулгасис У.А., д.т.н, проф., ГБОУ ВО РК «КИПУ»

Бекиров Э.А., д.т.н., проф., КФУ им.В.И. Вернадского

Беспалов В.И., д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «РГСУ»

Боровский Б.И., д.т.н., проф., КФУ им.В.И. Вернадского

Горбатько Н.В., к.г.н., доц., КФУ им.В.И. Вернадского

Графкина М.В., д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «МГМУ»

Дворецкий А.Т., д.т.н., проф., КФУ им. В.И. Вернадского

Дьяков И.М., к.т.н., доц., КФУ им. В.И. Вернадского

Кукунаев В.С., д.т.н., с.н.с., КФУ им. В.И. Вернадского

Линченко Ю.П., к.т.н., доц., КФУ им. В.И. Вернадского

Лукьянченко М.А., к.т.н., доц., КФУ им.В.И. Вернадского

Любомирский Н.В., д.т.н., проф., КФУ

им. В.И. Вернадского

Морозов А.Д., к. т. н., проф., КФУ им.В.И. Вернадского

Маилян Д.Р., д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «РГСУ»

Несветаев Г.В., д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «РГСУ»

Пищулина В.В., д.арх., проф., ФГБОУ ВПО «РГСУ»

Родин С.В., к.т.н., доц., КФУ им.В.И. Вернадского

Рыжак А.Н., к.ф.-м.н., доц., КФУ им.В.И. Вернадского

Сироджа И.Б., д.т.н., проф., КФУ им.В.И. Вернадского

Серпокрылов Н.С, д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «РГСУ»

Толстой М.Ю., к.т.н., доцент, ИРНТУ

Цопа Н.В., д.э.н., проф., КФУ им. В.И. Вернадского

Чемодуров В.Т., д.т.н., проф., КФУ им.В.И. Вернадского

Чеботарев В.И., д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «РГСУ»

Шейна С.Г., д.т.н., проф., ФГБОУ ВПО «РГСУ»

Ячменева В.М., д.э.н., проф., КФУ им.В.И. Вернадского

Утвержден к печати согласно протокола заседания
ученого совета АСА ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»
№4 от 16.05.2017.

Адрес редакции: 95006, г. Симферополь, ул. Павленко, 3,
АСА, корпус 2, к.410, E-mail: rio@naps.ru

©Академия строительства и
архитектуры

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Градостроительство	
Гоенко М.А., Сидорова В.В. Возникновение и история развития нелинейной архитектуры. зарубежный и отечественный опыт проектирования	3
Дядичев В.В., Колесников А.В., Дядичев А.В., Шишкин А.А. Методы совершенствования информационных систем планирования расположения зданий на городских территориях	11
Какутич Е.И. Распадение сечения на прямолинейные компоненты поверхностей	18
Кучер А.В., Меметова Т. Д. Исторический ареал города – путь к возрождению	21
Маслий В.В., Сидорова В.В. Мировой опыт по градостроительному развитию приморских курортов	26
Ракша С.Ю. , Сидорова В.В. Обзор мирового опыта по формированию и развитию технопарков и технополисов	30
Шурыгина Ю.В. Особенности архитектурно-планировочной организации жилой застройки в условиях сложного рельефа	35
Яковенко Н. Е. Особенности пространственной структуры г. Симферополя.	39
Раздел 2. Строительные науки	
Бурова И.В., Бородачева Т.И., Корохов В.Г. Оптимизация энергетических и материальных показателей сварки на основе статистического анализа экспериментов	42
Бурова И.В., Гармаш М.А., Корохов В.Г. Повышение однородной плотности керамической массы в шнековом прессе с отдельными смещенными витками и расчет размеров формирующей головки пресса	47
Дядичев В.В., Колесников А.В., Дядичев А.В. Особенности проектирования автоматизированной системы управления производством строительных полимерных пленок	51
Раздел 3. Инженерное обеспечение	
Бекиров Э.А., Асанов М.М. Анализ систем водяного охлаждения фотоэлектрических панелей	55
Субботкин Л.Д. , Урецкий Е.А. Реагентный метод удаления аммонийного азота из сточных вод животноводческих комплексов	59
Бекиров Э.А., Воскресенская С.Н., Асанов М.М. Рост электропотребления в Крыму	66
Боровский Б.И., Петров В.И. Оценка экономичности центробежных насосов с рабочими конфузными колёсами	71
Боровский Б.И. Прогнозирование энергетических характеристик центробежных насосов с конфузными колёсами	79
Морозов А.Д., Чередниченко И.А., Бородачева Т.И., Бородачев В.А., Чередниченко В.А. Разработка пневмомеханического оборудования совмещающего транспортные и технологические операции в строительной индустрии	80
Погребницкая А.М. Техника применения гибридного асимптотического метода в задаче о проектировании изотермических трубчатых реакторов	86
Цопа Н.В., Малахова В.В., Ковальская Л.С. О необходимости нормативного регулирования современной энергосберегающей политики в строительном комплексе	91
Раздел 4. Экологическая безопасность	
Лущик А.В., Горбатько Н.В., Иваненко Т.А. Обзор формирования подземных вод основных эксплуатируемых водоносных горизонтов в Крыму	99
Чабан В.В., Васенко В.И., Чабан С.В. Техногенная трансформация прибрежно-морских озер Каламитского залива (оз. Сакское, оз. Кизыл-яр и оз. Богайлы)	107
Тимченко З.В. Гидрографические и гидрологические характеристики балки Кель-шейх	111
Шаленный Василий, Кошечев Никита. Обоснование и разработка технологии и организации восстановительных работ по реконструкции водонапорной башни «Белый бассейн» в г. Феодосия	117

Раздел 1. Градостроительство

УДК 721.001

ВОЗНИКНОВЕНИЕ И ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ НЕЛИНЕЙНОЙ АРХИТЕКТУРЫ. ЗАРУБЕЖНЫЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Гоенко М.А.* , Сидорова В.В.**

Академия строительства и Архитектуры, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»

Адрес: г. Симферополь, ул. Киевская, 181

e-mail*: marina.goenko@mail.ru; e-mail**: nucikBBC@yandex.ru

Аннотация. В статье анализируется зарубежный и отечественный опыт применения объектов нелинейной архитектуры в городах, выявляются основные предпосылки возникновения нелинейного направления, а также описываются особенности функционирования и развития нелинейной архитектуры в городах России. Особое внимание уделено непосредственно российским экспериментам в сфере нелинейности с учётом особенностей каждого рассматриваемого федерального округа.

Ключевые слова: архитектурный процесс; компьютерные технологии; формообразование; современная архитектура; нелинейная архитектура.

Введение

Рубеж XX-XXI веков считается переходным этапом от постиндустриальной эпохи к информационной, которая характеризуется радикальными переменами в развитии науки и техники, философии, а как следствие этого, – теории архитектуры и концепции архитектурного формообразования. Переживая периоды кризисов, нестабильности и радикальных перемен, архитектура обрела тесные связи с новыми технологиями, философией, математикой и иными науками. Дискуссии в сфере архитектуры распространяются и на другие аспекты культуры, например, на музыку и литературу. Также мы можем наблюдать и обратный эффект, когда иные области науки и творчества оказывают влияние на архитектуру и градостроительство.

Новое течение, пришедшее на смену таким стилям, как постмодернизм и деконструктивизм, получило название «нелинейная архитектура» благодаря теоретику архитектуры Чарльзу Дженксу. Практически с момента своего возникновения нелинейное направление демонстрировало отказ от традиционного архитектурного мышления и, несомненно, вызвало массу противоречий, споров и дискуссий.

Предметом исследования данной статьи является зарубежный и отечественный опыт применения нелинейной архитектуры в проектировании. **Объект исследования** - нелинейная архитектура и её подразделы.

Анализ публикаций, материалов, методов

В исследовании основных этапов возникновения и развития нелинейной архитектуры лежит анализ публикаций отечественных и зарубежных теоретиков и практиков архитектурно-градостроительной мысли и деятельности. Исследование и структуризация теоретических

концепций опирается на системный подход в описании предпосылок нового архитектурного движения. Системный подход прослеживается также в увязке новейшего направления с существующей застройкой, выявлении оптимального синтеза архитектурных стилей на основе анализа предыдущих эпох.

Цель и постановка задач исследований

Цели исследования - проанализировать мировой опыт нелинейного проектирования, выявить исторические предпосылки возникновения данного направления, а также выявить основные важные события в процессе развития нелинейного направления.

Задачи исследования:

1. Выявить основные предпосылки возникновения нелинейного направления в архитектуре;
2. Определить значение нелинейной архитектуры в историческом контексте архитектурных течений;
3. Проанализировать основные важные события в процессе развития нелинейного направления на рубеже веков.

Актуальность данной темы заключается в необходимости синтеза научных знаний, относящихся к сочетанию традиционной и новейшей архитектуры. Стоит заметить, что новшества в области науки и техники повлекли за собой преобразование также и мировоззренческой парадигмы. Эти изменения не могли не затронуть архитектурное и градостроительное проектирование.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит:

- в возможности применения полученных научных знаний в проектировании и строительстве;
- при выявлении оптимальных подходов к проектированию зданий в различных условиях;

- для поиска многовариантности решения тех или иных архитектурных и градостроительных задач.

Основной раздел с результатами и их анализом

Прежде всего, следует отметить основные предпосылки возникновения нелинейного направления в архитектуре. Первыми экспериментами в создании нелинейных архитектурных форм считаются проекты экспрессионистов времен Первой Мировой войны. Центром возникновения архитектуры экспрессионизма считается Германия времен 1920-х годов. Среди наиболее известных творцов того времени можно выделить Эрика Мендельсона, Ганса Шаруна, Ганса Пёльцига, Германа Финстерлина. Символом архитектуры XIX века считается здание астрофизической лаборатории в Потсдаме под названием «Башня Эйнштейна», спроектированное Эриком Мендельсоном в 1921 году. (Рис. 1). Одной из ключевых работ о становлении «новых образов» в архитектуре рубежа XIX - XX вв. является книга английского исследователя Коллина Роу «Прозрачность». Трансцендентальный характер «призрачно-прозрачной» архитектуры находит отражение в павильоне Бруно Таута. (Рис. 2) [2, с. 11]

Вышедшая в 1988 г. работа Жилия Делеза «Складка. Лейбниц и барокко» повлияла на сознание архитекторов в сфере нелинейности [1, с. 138]. Концепция «складки» впервые была предложена в 1993 году группой архитекторов, среди которых можно выделить лидера Питера Айзенманна.

Грандиозным «толчком» в возникновении новейших направлений в архитектуре и градостроительстве стала научно-техническая революция, в особенности, третья её волна, ознаменовавшаяся появлением первых ЭВМ и робототехники. Особую значимость революция приобрела в середине 90-х годов. Основная роль в развитии нелинейного проектирования отводится компьютерным технологиям и появлению новых строительных материалов.



Рис. 1. «Башня Эйнштейна». Эрик Мендельсон.

Источник: <http://tehne.com/event/arhivsyachina/arhitekturna-germanii-1918-1945>

В 1993 году архитектор-теоретик Грег Линн разработал принципы формообразования: Vlob

(Пузырь), Blob (Блоб), Fold (Складка), Flower (Цветок), Shred (Лоскут), Branch (Ветвь), Skin (Кожа), Strand (Переплетение), Teeth (Зубы), Lattice (Пространственная решетка). Данные принципы стали грамматикой нового архитектурно-компьютерного языка [4].



Рис. 2. Павильон Бруно Таута. 1914 г.

Источник: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/170987/Таут>

Чтобы понять, чем нелинейная архитектура может помочь российским архитекторам, достаточно взглянуть на отечественный архитектурный процесс последних 70-80 лет. Так, в 30-50-е годы в России господствовал сталинский ампир. В период 60-70-х годов в отечественной практике происходило вытеснение из архитектуры художественного начала. Чуть позже, в 70-80-е годы, возникло движение «бумажной архитектуры». Архитектурная ситуация 90-х годов оказалась в нескольких временах сразу как в сфере культуры, так и экономики, идеологии, рыночных отношений [1, с. 343].

Среди отечественных школ архитектурного формообразования особо следует отметить Лабораторию архитектурной бионики ЦНИИТИА (ныне НИИТАГ), которую долгие годы возглавлял Ю.С. Лебедев [5, с. 53].

Краткий обзор зарубежного опыта.

Воплощение объектов нелинейной архитектуры в жизнь можно датировать 1980-ми и началом 1990-х годов. В особенности, можно выделить архитекторов из Нью-Йорка Питера Айзенманна, Дэниела Либескинда, а также Фрэнка Гери из Санта-Моники. В начале 1990-х Айзенманн создал знаменитый, хоть и противоречивый Аронофф-Центр в Цинциннати (рис. 3), Фрэнк Гери - Музей Гуттенхайма в Бильбао (рис. 4). Среди шедевров 1990-х годов также можно отметить Еврейский музей в Берлине, спроектированный Дэниелом Либескиндом

(рис. 5) и Город культуры Галисии Питера Айзенманна (рис. 6).



Рис. 3. Аронофф-Центр в Цинциннати. Питер Айзенманн. США, 1989–1996 г.

Источник: arquitecturacontemp.blogspot.com

В 1998 году популярным стилем в мировой архитектурной практике становится деконструктивизм. Труды Чарльза Дженкса, Жака Деррида, Жиль Делёза, находят отклик в постройках Даниеля Либескинда, Вольфа Д. Прикса и многих других.

В 2002 году наступает пик форм, выдержанных в духе деконструктивизма: со свойственными угловатыми формами, начиная с 1980–90-х годов, проектировали архитекторы П. Айзенман, Д.Либескинд, Б. Чуми, а также и З. Хадид, Ф. Гэри, Р. Колхас. Чтобы внести разнообразие в формообразование, архитектор того времени начинает искать вдохновения в окружающей природной среде. Грег Линн проектирует музей «Арка мира», а Ларс Спойбрук «Мягкий офис».

Характерными примерами являются проекты З.Хадид, Х. Рашида, Р. Роджерса, С. Калатравы, Н. Гримшоу.

В числе представителей нелинейного направления стоит также отметить архитектурные сообщества, ассоциации и бюро. Группы «ARM», Kohn Pedersen Fox (KPF), «Un-studio», «Morfofis», бюро «Ушида-Файндлей» и другие внесли вклад в развитие нелинейной архитектуры. К примеру, архитектурное сообщество KPF создало проект строительства торгового комплекса «Riverside 66». Здание располагается на набережной и визуально напоминает продолжение реки, «впадающей» в жилые кварталы.



Рис. 4 Музей Гуггенхайма в Бильбао. Фрэнк Гери. 1997 год.

Источник:

<http://usec.opu.ua/information/bilbao>



Рис. 5. Еврейский музей в Берлине, Дэниел Либескинд, 1990 г.

Источник: http://archi.ru/uar/event_3321

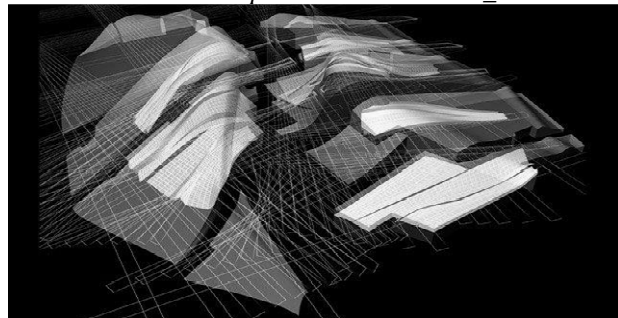


Рис. 6. Город культуры Галисии. Проект. Питер Айзенманн, 1999 г.

Источник: http://archi.ru/uar/event_3321

Отечественный опыт. В России

нелинейная архитектура, как правило, используется в тех случаях, когда ее применение продиктовано функциональными требованиями. Самые распространенные объекты – это общественные здания и сооружения, к примеру, кинотеатры, культурно - зрелищные центры или горнолыжные склоны. Индивидуальные жилые дома и жилые комплексы встречаются значительно реже и, как правило, отличаются более спокойными и визуально уравновешенными формами.

Одним из первых сооружений, отражающих в себе принципы нелинейности в России, стал бизнес-центр «Москва-Сити», построенный в 1995 году. Яркой доминантой центра можно считать башню- небоскреб «Эволюция», в основу формообразования которой легли принципы бионики, а именно- нить ДНК человека (рис. 7).



Рис. 7. Бизнес-центр «Москва-Сити». Башня «Эволюция», Архитектор Тони Кеттл. 2011 г.

Источник: [http://строй-](http://строй-сибирь.рф/новости/2723/)

[сибирь.рф/новости/2723/](http://строй-сибирь.рф/новости/2723/)

Еще одним объектом, считающимся предпосылкой к появлению нелинейных объектов в России, стал административный комплекс для органов власти Подмосковья. Комплекс был создан в 2004-2007 гг. в Мякининской пойме реки Москва. Создателем здания является Михаил Хазанов. Проектом было предложено здание, повторяющее своей формой русло реки и раскрывающееся главным фасадом в ее сторону (рис. 8).

Далее мы рассмотрим наиболее яркие примеры зданий и сооружений России, спроектированных по принципам нелинейности в период с 2005 года по нынешнее время.



Рис. 8. Административный комплекс для органов власти Подмосковья. Архитектор Михаил Хазанов.

Источник: <http://строй-сибирь.рф/новости/2723/>

Южный федеральный округ. На появление в Южном федеральном округе современных архитектурных объектов, в большей степени повлияли события 2014 года. XXII Зимние Олимпийские игры оставили после себя в Сочи обширное архитектурное наследие. Одним из главных объектов Олимпийских игр 2014 стал Олимпийский парк, расположенный в Имеретинской низменности города Сочи (рис. 9). Парк представляет собой комплекс зданий и сооружений для проведения спортивных соревнований. В плане территория парка имеет криволинейную структуру, что прекрасно соответствует прибрежному ландшафту, плавно поднимающемуся от берега моря к вершинам гор. Данные ландшафтно-градостроительные особенности предоставили архитекторам широкие возможности для нелинейного проектирования. В число объектов, спроектированных в тенденциях нелинейности, вошли: стадион «Айсберг», Ледовый дворец «Большой», Адлер-Арена, главный стадион «Фишт» и, несомненно, Главный Олимпийский факел. Динамику маршрута к главной олимпийской площади задает архитектура вокзала «Олимпийский парк», спроектированного с применением методов параметрического моделирования (рис. 10).



Рис. 9. Вокзал «Олимпийский парк» 2014 г.
Фото: Алексей Народицкий



Рис. 10 Олимпийский парк в г.Сочи. 2014 г.
Источник: http://ic.pics.livejournal.com/drugoi/484155/8853278/8853278_original.jpg

Среди наиболее знаковых современных архитектурных произведений Южного федерального округа также можно выделить торговый центр OZ Молл в Краснодаре (рис. 11). Главные фасады здания выделены перетекающей серебристой оболочкой, подчеркивающей основные видовые раскрытия объекта на крупные транспортно- пешеходные связи.



Рис. 11 Торговый центр OZ Молл в г.Краснодар.

Источник: http://air-krasnodar.pro/pano/thumb/2014_01_oz.jpg

В Крыму ярким представителем нелинейной архитектуры можно считать отель «Мрия» в п. Пониловка, спроектированный Норманом Фостером в 2013-2014 гг. (рис. 12). Уникальная архитектура курорта, выполненная по проекту знаменитого зарубежного архитектора, прекрасно сочетается с крымскими пейзажами и динамичным прибрежным ландшафтом.

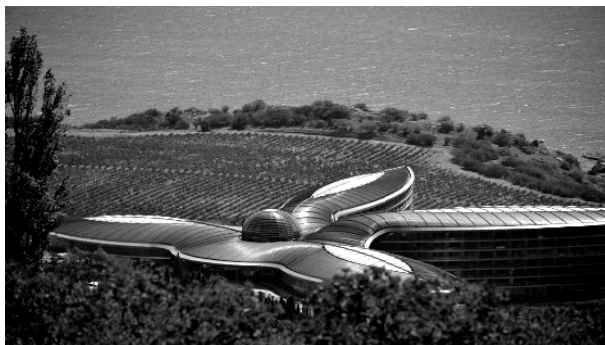


Рис. 12. Rixos Yalta Mriya, Foster + Partners
<http://ruinform.com/page/v-krymu-otkrytsja-novyj-otel-rixos-yalta-mriya-5-zvezd>

Приволжский федеральный округ. В целом, архитектура приволжского федерального округа обладает большей сдержанностью и консервативностью, нежели зодчество южных соотечественников. Однако, среди современных архитектурных объектов приволжья можно выделить здания, отражающие в себе тенденции нелинейности и подчеркивающие уникальность выбранного региона строительства.

Одной из самых ярких архитектурных достопримечательностей приволжского региона можно считать Конгресс-Холл республики Башкортостан. Здание построено в г. Уфа по проекту Киокадзу Араи и Ришата Муллагильдина (рис. 13). Архитектура Конгресс-холла характеризуется использованием пространственных, формообразующих, колористических прототипов башкирской культуры для формирования современной национальной архитектуры. Олицетворением такого стиля стал криволинейный остеклённый фасад с башкирским орнаментом, повторяющий изгибы прибрежной части реки Белая [7]. В 2008 году здание было удостоено премии Салавата Юлаева в области архитектуры, а в 2016г. стало лауреатом престижной международной премии Russian Business Travel & MICE Award.



Рис. 13. Конгресс- Холл республики Башкортостан

Источник:

<http://kudaufa.ru/place/concert/kongress-xoll/>

Центральный федеральный округ.

Административным центром и крупнейшим городом центрального федерального округа является г. Москва. Сочетание многолетнего архитектурного наследия прошлых веков и уникальных современных зданий и сооружений с богатым набором функций, год за годом служит катализатором в привлечении туристов, а развитая экономика позволяет финансировать строительство необычных по форме зданий.

Одними из экспериментаторов в сфере необычных архитектурных форм стали творцы компании НЛК- Домостроение (рис. 14). Выполненный архитекторами данной компании объем представлен необычной надстройкой на одном из малоэтажных офисных зданий. Бионический, как его называют, пиксельный фасад – новое и неординарное решение для традиционного материала, привычный сруб и фахверк в одном здании, незаметно для наблюдателя перетекают один в другой [8]. Здание стало лауреатом премии в области деревянной архитектуры, а также обладателем многих наград в сфере эко-строительства.

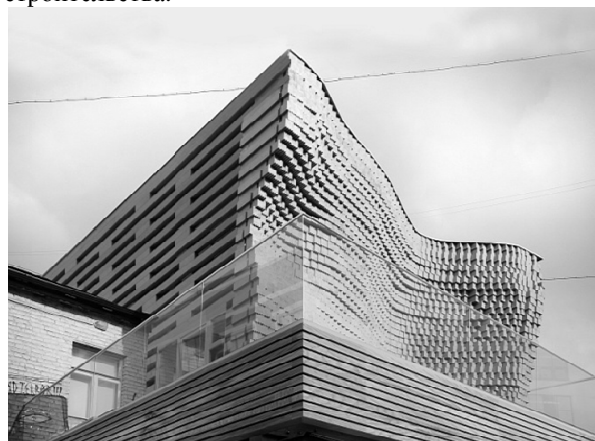


Рис. 14. «Дом на крыше» компании НЛК «Домостроение», г.Москва.

Источник: <http://green-city.ru/dom-kotoryj-zhivyot-na-kryshe/>

Следующий объект представляет собой крупный торговый центр ЕвроПарк. (рис. 15) Изогнутое в плане здание, напоминающее змею, было построено на Рублевском шоссе в 2015 году. Форма торгового центра продиктована, в большей мере, ландшафтными особенностями выбранной для проекта территории: отметка дороги, с которой раскрывается вид на здание, на 15 метров выше нулевой отметки самого здания. По мнению архитектора проекта, выбранная криволинейная форма сможет визуальнo раскрыть параметры объекта с дальних точек и сделать здание более сомасштабным человеку, находящемуся непосредственно на территории центра.



Рис. 15. Торговый центр Евро Парк, г.Москва.

Источник:<http://docent.msk.ru/lj/helirusia2013/62hr1505113.jpg>

Северо- западный федеральный округ.

Северная и северо-западная часть Российской Федерации вот уже много лет славится обилием традиционной исторической застройки от деревянного зодчества до классицизма, а позже - модерна. Современная архитектура в данной ситуации оказывается в весьма жёстких условиях.

Чтобы не нарушать сложившийся традиционный образ северо- западного российского зодчества, архитекторам приходится проявлять большую осторожность в выборе формы, размеров, стиля и даже цвета того или иного произведения. Поэтому современные нелинейные архитектурные объекты в данном регионе встречаются нечасто и, как правило, размещаются в новых районах.

Примером может послужить одно из зданий жилого комплекса «Балтийская жемчужина» в г.Санкт-Петербург. Над проектированием рассматриваемого объекта трудились известные российские и китайские архитекторы. Для города «Балтийская жемчужина» является важным знаковым проектом, представляя собой первый опыт комплексного освоения территории. Административное здание данного жилого комплекса можно считать доминантой всего проектируемого образования благодаря необычной криволинейной форме, отражающей символику комплекса (рис. 16). Объект выполнен в традициях бионической архитектуры и прекрасно сочетается с окружающей природой.



Рис. 16. Административное здание жилого комплекса «Балтийская жемчужина», г.Санкт-Петербург.

Источник:<http://bpearl.net/upload/iblock/ab6/ab684ff7b464587ee40d767268a7259e.jpg>

Ещё один нелинейный объект северо-западного федерального округа расположен в г. Светлогорск Калининградской области и представляет собой театр эстрады под названием «Янтарь-холл» (рис. 17). Здание расположено на берегу моря и гармонично вписано в природный ландшафт благодаря перетекающей лэндморфной форме.



Рис. 17. Театр эстрады «Янтарь-холл», г.

Светлогорск.

Источник:http://cs628727.vk.me/v628727673/13c54/ml_dnbrCmKME.jpg

Уральский федеральный округ.

Архитектура Уральского федерального округа весьма разнообразна. Последние десятилетия на территории ряда городов активно экспериментируют зарубежные и отечественные архитекторы. К сожалению, большинство проектов так и остаются «на бумаге». Тем не менее, в числе реализованных замыслов архитекторов встречаются здания, способные обновить облик города и заинтересовать туристов.

Академия шахмат в г. Ханты-Мансийск, спроектированная известнейшим архитектором Эриком ванн Эгераатом стала одним из немногих произведений, реализованных по генплану 2008 года накануне экономического кризиса. В 2010 году здание Академии шахмат было удостоено премии Best Building, ("Дом года"). Также, жюри премии «Приметы городов» удостоило проект призом «Made in Future/Сделано в будущем» за наиболее оригинальный новейший проект, воплощенный с использованием революционных материалов и технологий возведения (рис. 18).



Рис. 18 Шахматный клуб, г.Ханты-Мансийск, 2010г.

Источник:

<https://www.chess.com/article/view/the-10-best-chess-cities-in-the-world>

Следующий объект представляет собой торговый центр под названием «Вершина», расположенный в городе Сургут. (рис. 19) Крупное белоснежное здание от Эрика ван Эгераата и впрямь напоминает вершину ледяного айсберга. Внутренняя организация здания также поражает своим великолепием. Главный зал центра украшен декоративным ледяным конусом. Если смотреть на здание снизу, то благодаря его виду, создаётся впечатление, что здание намного больше, чем на самом деле.



Рис. 19. Торговый центр «Вершина» от Эрика ван Эгераата, г. Сургут, 2011 г.

Источник: фото Алексея Народицкого Сибирский федеральный округ.

Архитектурной столицей Сибирского федерального округа, без сомнения можно считать город Новосибирск. В Новосибирске уникальным образом сочетаются традиционные исторические постройки, здания советской эпохи и современная нелинейная архитектура. Некоторые жители и гости города называют Новосибирск «хранителем советской архитектуры»

Биотехнопарк «Кольцово» – один из интереснейших проектов по созданию научно-производственной площадки (рис. 20). Внешне здание напоминает огромную гусеницу. Плавные природные формы объекта и цветное решение, по мнению проектировщиков, превращают здание биотехнопарка в доминанту градостроительного образования и города в целом. Стоит заметить, что здание биотехнопарка «Кольцово» отличается не только эффектным экстерьером. Интерьер комплекса оснащен современными продуктами достижения науки и техники последнего десятилетия, благодаря чему дизайн помещений отличается не только красотой, но также и удобством для работы сотрудников технопарка.



Рис. 20 Биотехнопарк «Кольцово», г.Новосибирск. 2013-2015 г.

Источник: <http://nsu.ru/f89ae129409e2173ae78de5907921ca2>

Здание «Бутон» в г. Новосибирск представляет собой девятиэтажное офисное здание из стекла, по форме напоминающее бутон цветка (рис. 21). Здание может

показаться довольно смелым и не подходящим для суровых погодных условий. Тем не менее, продуманное инженерно-техническое решение позволило воплотить проект в жизнь. Также, стоит отметить, что здание является первым в создании криволинейных форм из стекла в Новосибирске.



Рис. 21. «Здание- Бутон», г. Новосибирск.

Источник: http://ic.pics.livejournal.com/bobrov_58/70519748/69731/69731_600.jpg

Дальневосточный федеральный округ

является крупнейшим по размерам территории федеральным округом России. В результате затяжной стагнации 70-90 х годов в градостроительстве округа, на сегодняшний день мы можем наблюдать отставание дальневосточной архитектуры в сфере нелинейности и новых технологий. На данный момент, на рассмотрение вынесены несколько проектов, способных изменить облик города, внося новизну и актуальность современности.

Мы привезли в Москву лучшие работы, которые с точки зрения архитектуры отвечают самым передовым подходам в строительстве социально-культурных объектов, — пояснил Александр Селеменов. Причём, всё это реальные вещи, а не просто красивые мечты архитекторов[9] (рис. 22).



Рис. 22 Хабаровский край представил современную экспозицию на фестивале "Зодчество 2016".

Фото: Сергей Акулич

Результаты исследования. В ходе анализа зарубежного и отечественного опыта проектирования в сфере нелинейной архитектуры нельзя не заметить обилие реализованных и «бумажных» работ зарубежных архитекторов и отечественных авторов. Нередко, в числе

претендентов на проектирование отечественных новаторских сложных работ оказываются зарубежные знаменитости с мировым именем. «Российским же зодчим остается лишь участие в адаптации зарубежного проекта местным градостроительным условиям» [5, с. 50]. Впрочем, в ходе анализа отечественной нелинейной архитектуры выяснилось, что российские зодчие ничуть не отстают от зарубежных мастеров (рис. 23).

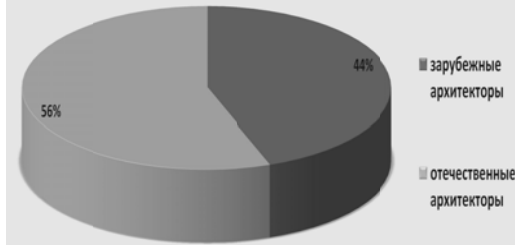


Рис. 23. Соотношение количества зарубежных и отечественных архитекторов в сфере проектирования нелинейных объектов РФ.

Если взглянуть на процентное соотношение жилых и общественных нелинейных зданий России, можно увидеть явное преимущество общественной застройки над жилой (рис.24).



Рис. 24. Классификация нелинейных объектов РФ по функциональному назначению.

Негативными факторами, результатом которых может стать отставание российской архитектуры в сфере нелинейности являются: консервативность в научных работах, уклон в сторону историзма; игнорирование значимости российских «брендов»; устаревшие практики и стандарты.

Выводы

Многочисленные процессы в истории способствовали усложнению функциональной

структуры зданий, как в отдельных объектах, так и в градостроительных образованиях.

Применение нелинейных принципов в архитектуре связано с изменением уровня научного знания и технического оснащения. По мере развития происходит процесс углубления открытий в сфере нелинейной архитектуры.

Список литературы

1. Добрицына И.А. От постмодернизма - к нелинейной архитектуре: Архитектура в контексте современной философии и науки. / Добрицына И.А. - Москва.: Прогресс-Традиция, 2004. - 416 с.
2. Выгулева К.О. Пространственные эксперименты в новейшей архитектуре : к вопросу о "новых образах" : автореферат дис. на соиск. учен.степ. кандидата искусствоведения (17.00.04) / Выгулева Ксения Олеговна; Московский. государственный. университетт им. М.В. Ломоносова. - Москва, 2010. - 26 с.
3. Дженкс, Ч. Новая парадигма в архитектуре //Проект International. 2003. - № 5. - С. 98-112.
4. Емельянова О.И. Нелинейная архитектура — архитектура будущего / О. И. Емельянова, Ю. А. Савчук // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури, – 2010.– №2 (82)
5. Коротич А. В. Актуальные проблемы современной концептуальной архитектуры России //Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2012. – №. 1.
6. Архитектура потоков [Электронный ресурс] // Архитектура Сочи, 2015. – Режим доступа: <http://arch-sochi.ru/2014/07/arhitektura-potokov/>
7. Конгресс-холл_(Уфа) [Электронный ресурс] //Википедия — свободная энциклопедия, 2013. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Конгресс-холл_\(Уфа\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Конгресс-холл_(Уфа))
8. Дом, который живёт на крыше [Электронный ресурс] // журнал «Зеленый город», 2015. – Режим доступа: <http://green-city.su/dom-kotoryj-zhivyot-na-kryshe/>
9. Архитектуру будущего представил Хабаровский край на фестивале «Зодчество 2016» в Москве [Электронный ресурс] // Сетевое издание "Информационное агентство AmurMedia 2016. – Режим доступа: <http://amurmedia.ru/news/society/17.10.2016/538877/arhitekturu-buduschego-predstavil-habarovskiy-kray-na-festivale-zodchestvo-2016-v.html>

OCCURRENCE AND THE HISTORY OF DEVELOPMENT OF NON-LINEAR ARCHITECTURE. FOREIGN AND DOMESTIC EXPERIENCE OF DESIGNING.

Summary. The article analyses foreign and domestic experience with application of non-linear architecture objects in cities; identifies the main preconditions of non-linear direction occurrence. Special attention is paid directly to Russian experiments in non-linear architecture, taking into account the features of the main Federal Regions.

Key words: architectural process; computer technologies; form-making; modern architecture; non-linear architecture.

УДК 621.3

МЕТОДЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПЛАНИРОВАНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЗДАНИЙ НА ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ

Дядичев В.В., Колесников А.В., Дядичев А.В., Шишкин А.А.

ФГАОУ ВО "КФУ им. В.И. Вернадского"

Адрес: г. Симферополь, ул. Павленко, 3, корпус 2, к. 108

ГОУ ВПО «Луганский национальный университет имени Владимира Даля»

Адрес: г. Луганск, ул. Тухачевского, 11, к. 215

e-mail mr.dyadichev@mail.ru; e-mail angeykav@mail.ru; e-mail adyadichev@mail.ru; e-mail sanders37@mail.ru

Аннотация. По результатам проведенных исследований в статье представлен анализ задачи многокритериального выбора земельного участка для размещения зданий и сооружений. Предложен метод интеграции технологий информационного моделирования зданий и геоинформационных систем. Рассмотрена большая группа методов принятия решения: эвристические методы, аксиоматические, семейство методов electre, методы вербального анализа решений. Конечная модель зонирования получается путем использования над существующими слоями оверлейных и других операций.

Ключевые слова: Информационная система, земельный участок, строительное сооружение, планирование, теория принятия решения, альтернатива, системный анализ, информационное моделирование зданий.

Введение

Определение варианта выбора земельного участка в процессе размещения сооружений и зданий – трудная, сложная в математическом описании, многогранная задача, при рассмотрении которой нужно совместно применять методы геопространственной оценки, системного анализа, систем поддержки принятия решений. Бурное движение в развитии современных геоинформационных систем, широкое использование различных онлайн-овых строительных информационных систем, доступ к распределенной информации, которые позволяют получить допуск к значительному кругу необходимых для принятия решения данных, дают перспективы для создания новых методов и алгоритмов построения систем поддержки принятия решений в процессе выбора земельного участка для торговых центров. Эти данные должны применяться для принятия решения по размещению торговых центров на городских строительных площадках. В разработке этого вида информационных систем требуются современные усовершенствованные методы и алгоритмы обработки данных, методики оценки вариантов застройки, с обязательной состыковкой с информационной системой поддержки принятия решений.

Анализ публикаций

Цель планирования расположения нового объекта на территории населенного пункта заключается в определении лучшего местоположения таких объектов, как торговые центры, жилые комплексы, промышленные предприятия, спортивные клубы, развлекательные комплексы. На основании типа такого объекта и методов оценки качества расположения

определяется математическая модель такой задачи. В результате получается значительное количество возможных решений. Многочисленность таких решений и критериев оценки привело к результату, что присутствует множество методов планирования размещения сооружений на городских территориях.

Данный класс задач возник достаточно давно. А. Вебер был родоначальником появления первых методов по поиску вариантов размещения производственного оборудования (1909 год). В планировании городского строительства нашли широкое распространение методы математического моделирования. Дискретные задачи оптимизации определяются с использованием зонального поиска, заданий по нахождению минимума или максимума. Рассмотрим разновидности дискретных задач.

Первый вид задач составляют классические задачи размещения технологического и транспортного оборудования производственных предприятий с неограниченными мощностями. Нужно определить такое решение, которое соответствует указанным критериям при наличии множества допустимых решений (мест размещения). В качестве критериев могут выступать стоимость монтажа или затраты на функционирование, обслуживание. Подход минимизации функции позволит решить подобные задачи.

Второй вид задач формируют задачи планирования с ограничениями на мощности, то есть когда ресурсы лимитированы. Такие задачи решаются на основании информационных методов построения жадных алгоритмов, локального поиска и релаксации Лагранжа.

Третий вид задач составляют задачи размещения объектов с приоритетом пользователей. В решении подобных задач условия и требования,

задаваемые пользователем, имеют приоритетный и определяющий характер.

Проблемам методов планирования расположения объекта на ограниченных площадях уделяли внимание многие отечественные и зарубежные специалисты, в том числе Ю. Б. Гермейер [1], Н. Н. Моисеев [2], В. Н. Бурков [3], Ю. М. Горский [4], И. В. Парангишвили [5], Б.Ф. Фомин, Б. Я. Советов [6], М. Месарович [7] и Дж. Клир [8]. Однако, вопросам целесообразного проектирования и разработки информационных систем поддержки принятия решения в процессе выбора земельного участка для торгового центра посвящено мало работ.

Необходимо обращать внимание на большое количество разнообразных пространственных ограничений при определении площадей для расположения строящихся зданий на городских территориях. С целью комплексного учета множества таких факторов необходимо применять системы поддержки принятия решений, имеющих элементы геоинформационных систем [9]. Данное научное направление развития информационных технологий получило широкое развитие в последнее время. Варианты решения и результаты анализа отображаются географическими картами, результатами обработки запросов из банков данных, 3d моделями поверхностей [10-13].

В результате проведенного исследования можно сделать вывод, что в наше время существуют различные подходы, основанные на информационных технологиях, к решению проблемы выбора земельного участка на городских территориях численными методами различной сложности. Обобщенные рациональные методы в комплексе с геоинформационными технологиями мы сможем положить в основу для формирования нового метода определения мест размещения объектов на городских территориях.

Постановка проблемы

Стремительное движение вперед информационных систем, утверждение кодекса городского строительства способствовали появлению необходимости разработки информационных систем по учету застройки городских территорий. Также данную необходимость стимулировала необходимость учета значительного объема документации по проектированию населенных пунктов, распределения земельных ресурсов, сбор генеральных планов, проектной застройки.

Цель

Основной целью статьи является усовершенствовать процесс поддержки принятия решения о размещении здания или сооружения при строительстве за счет предоставления лицам, принимающим решения, быстрого, компактного инструмента, который позволит отобразить возможные варианты размещения торгового центра,

сформировать ограничения, критерии, что даст лицу, принимающему решения, определить достоинства и недостатки участков размещения. Кроме того, можно сделать вывод, что в исследованных методах применяется ограниченный набор специальных критериев, которые нельзя применять для комплексного анализа вариантов построения зданий и сооружений.

Методика и результаты исследования

На данный момент, одной из важнейших и постоянно развивающихся дисциплин является теория принятия решений. Главная задача этой науки сводится к следующему: определение лучшего, оптимального и адекватного набора действий для достижения поставленного результата.

Процесс принятия решений (рис. 1) и само принятие решения предполагает формирование альтернатив – вариантов решений (выборка по определенным критериям) согласно предпочтительности. Некой оценке, основанной на том или ином анализе, в зависимости от выбранной методики.

Задача размещения жилых зданий, несомненно, будет относиться к задачам, которые решает данная наука, ибо решение предполагает большое количество критериев (многокритериальность), в последствии порождается большое количество альтернатив.

Решение достигается при помощи системного подхода. Благодаря ему формируется последовательность принятия решений, т.е., декомпозиция проблемы с помощью системного анализа, составление этапов поиска решений, а также отношения следования между ними.



Рис. 1. Процесс принятия решения

Говоря о системном анализе, принятии решения с выбором земельного участка под строительство, можно выделить следующие проблемы:

1. Многокритериальность;
2. Неоднозначность;
3. «Количественная оценка»;
4. Риск.

В первом случае, исходя из постановки задачи уже ясно, что придется столкнуться с огромным числом факторов, критериев, влияющих на конечное решение. К ним можно отнести: географические, экономические, социальные и т.д.

Далее в работе они рассматриваются более подробно.

Неоднозначность подразумевает, что решений всегда будет множественное число, и невозможно целиком и полностью прийти к правильному решению, которое бы удовлетворяло всех. Машинный результат будет получен, но решение остается за ЛПР.

Под количественной оценкой понимается не количественная оценка. Неоднозначность, неполнота данных и невозможность представить некоторые критерии в виде количественной оценки относятся к этой проблеме.

Риск является неотъемлемой частью принятия решения и всегда будет. Вопрос вложения, крупных инвестиций в строительство сопровождается элементами риска. Неправильно принятое решение, может повлечь за собой огромные денежные потери.

Говоря об этапах принятия решения. Первичный сбор, обработка и следующий за ними анализ данных решаются диагностическими функциями. Среди самых популярных, это – сравнение и многофакторный анализ.

Дальнейшая генерация альтернатив происходит с помощью таких распространенных методов, как мозговой штурм, коллективная генерация идей, методы сценариев, морфологический анализ и др.

Оценка альтернатив происходит с помощью шкал, многокритериальных методов, где последний является самым популярным. Критериальный метод – это оценка отдельно взятой альтернативы некоторым числом (целевой функцией) и сравнение альтернатив сводится к сравнению соответствующих чисел.

В основу метода положен автоматизированный выбор земельного участка городской территории на многокритериальной основе. Сначала происходит ранжирование всех существующих участков и территорий на основе ограничений, количественных характеристик. Отсев неподходящих, по определенным причинам, участки, остается определенный набор участков, из которых выбирается оптимальные. Далее, на основании качественных характеристик, в зависимости от задачи и ЛПР, определяются лучшие варианты размещения. Конечным шагом станет создание комплексной тематической карты и модели зонирования.

Такой подход позволяет разбить решение задачи выбора оптимального варианта на две подзадачи:

1. Сначала выполняется просмотр всевозможных вариантов размещения и, в соответствии с первичными ограничениями, например, на площадь или градостроительные зоны, отбираются подходящие альтернативы. Эта подзадача решается средствами пространственного

анализа ГИС путем выделения и пересечения зон, соответствующих ограничениям.

2. Ранжирование оставшихся альтернатив происходит по качественным характеристикам, определяя ценность того или иного решения с помощью рационального метода принятия решений.

Выбор ограничений и критериев в этом подходе остается за ЛПР. При этом ЛПР может многократно решать задачу относительно разных критериев и ограничений, поскольку весь процесс учета ограничений и ранжирования по критериям полностью автоматизирован.

Исходная информация в данном случае имеет разную природу и форму представления. Градостроительные условия и ограничения, а также данные существующей системы землепользования по своей природе являются моделями зонирования. Они изначально представляются в ГИС в виде полигональных объектов и используются как ограничения при формировании множества альтернатив.

Наборы пространственных объектов линейной и точечной локализации используются для построения моделей оценки альтернатив. При этом может возникать сложная задача представления критериев и ограничений в виде зон. Если зоны генерального плана, например, представляющие допустимые области жилой застройки или водоохранные зоны, четко и однозначно определены, то такие зоны, как наличие резервов электрической мощности, имеют довольно условные границы вследствие имеющихся неопределенностей на этапе анализа.

Основным отличием вышеописанного метода от остальных методов пространственного размещения для решения задачи размещения, является использование в качестве критериев и ограничений моделей зонирования, благодаря этому происходит отсеивание неподходящих вариантов. Оставшиеся же варианты дают возможность выбрать необходимый участок, учитывая предпочтения ЛПР. Благодаря этому, раскрываются возможности ГИС в области пространственного анализа: оверлейных операций, пересечения объектов, построение буферных зон.

Важно отметить, что в методе используются модели зонирования, которые строятся для решения конкретной задачи и конкретных заданных требований к размещению объекта. Их в общем случае нельзя построить заранее на все случаи жизни, как это делается, например, в генеральных планах развития территорий. Хотя отдельные модели зонирования в процессах анализа могут использоваться многократно.

Таким образом, результатом применения метода являются тематические карты, на которых выделяются зоны, удовлетворяющие заданным критериям или, ранжируются земельные участки, заданные как исходное множество альтернатив.

Проблема инновационного подхода в проектировании представляется крайне важной для всего строительного комплекса. В настоящее время существенно изменились технологические возможности проектных организаций, что обусловлено масштабным применением современных проектных решений на основе инновационного программного обеспечения, российских и зарубежных автоматизированных комплексов, средств расчета с повышенной производительностью. В современных условиях для успешной реализации проекта необходимо широкое использование информационных технологий. Новый уровень удовлетворения этих потребностей обеспечивают системы автоматизированного проектирования, реализующие технологию информационного моделирования зданий BIM.

Информационное моделирование зданий – один из основных технологических трендов, который привел к тотальной трансформации строительной индустрии в мире. Вот наиболее широкое и распространённое определение BIM: «Это цифровое представление физических и функциональных характеристик объекта, сформированное в виде общедоступного ресурса, базы знаний, которая используется как надёжная информационная основа для принятия решений на протяжении всего жизненного цикла объекта, от ранних этапов выработки концепции и до сноса или утилизации».

Изначально BIM-подход применялся исключительно к отдельным зданиям (Building, отсюда и “B” в аббревиатуре), но в настоящее время этот термин приобретает более общее звучание и включает в себя инфраструктуры, специфические капитальные объекты (такие, как мосты) и многое другое.

На практике BIM представляет собой набор технологий и процессов, которые должны приводить к улучшению результатов на различных этапах жизненного цикла объекта строительства, включая ранние этапы концептуального планирования, дизайн и инжиниринг, закупки и строительство, ввод в эксплуатацию, техническое обслуживание и извлечение прибыли, а также снос или реализацию под другие нужды.

Технология BIM – это современный подход к проектированию-строительству-эксплуатации. Можно сказать, что данная технология – это вся имеющая числовое описание и нужным образом организованная информация об объекте, используемая как на стадии проектирования и строительства здания, так и в период его эксплуатации и даже сноса. Важной составляющей данной технологии является единое информационное пространство, база данных, содержащая всю информацию о технических, правовых, имущественных, эксплуатационных, энергетических, экологических, коммерческих и прочих характеристиках здания. Благодаря очень

точной и детальной проработке модели, эта технология даёт возможность проводить различные расчёты, анализы, симуляции (при классическом проектировании для каждого расчёта нужно выполнить отдельную дополнительную работу). Одним из видов таких расчётов являются расчёты энергоэффективности и энергопотребления здания, а также комплексные расчёты всего здания (с учётом местоположения) и всех его элементов одновременно (при классическом проектировании мы производим расчёт только одного элемента, например, наружной стены). Очевидно, что, применяя технологию BIM, намного проще проводить симуляцию всего жизненного цикла здания, а полученные результаты использовать для корректировки проекта, получая в итоге более качественное решение.

В процессе архитектурно-строительного проектирования создается компьютерная модель нового объекта, несущая в себе все сведения о нём. Технология BIM позволяет визуализировать системы здания, рассчитывать различные варианты их компоновки в соответствии с заданными критериями, а также приводить их в соответствие нормам и стандартам, выполнять моделирование и анализ эксплуатационных характеристик будущих зданий: тепловой нагрузки, освещённости, тепловой энергии и др., упрощая выбор оптимального решения.

BIM является технологической платформой, которая позволяет объединить различные программные продукты и инструменты, что позволяет проводить моделирование значительно дешевле, упрощает процессы визуализации будущего объекта. BIM используется всеми действующими сторонами: владельцами, проектировщиками, строителями, подрядными компаниями, эксплуатационными компаниями и пр. Поскольку цифровая модель здания создается с первых шагов работы, появляется возможность организовать коллективный рабочий процесс, при котором все специалисты и участники привлекаются к совместной работе с самых ранних этапов проектного цикла, когда затраты на исследования и внесение изменений минимальны, а результаты таких изменений наиболее значимы. Создается возможность совместного проектирования, целью которого является получение экономического и энергоресурсосберегающих эффектов при разработке строительных генеральных планов и календарных планов строительства. Решаются вопросы организации совместного архитектурно-строительного и организационно-технологического проектирования в рамках решения основной задачи – снижения уровня потребления энергетических и материальных ресурсов на протяжении жизненного цикла здания.

BIM помогает проектировщикам систем ОВК, электрических и санитарно-технических систем предвидеть конечный результат

проектирования ещё до того, как начнется строительство. Проектирование и выполнение расчётов на компьютерной модели позволяет быстрее и с большей экономической эффективностью создавать сложные, не нарушающие экологического равновесия инженерные системы. При строительном планировании появляется возможность своевременно выявить части проекта, которые будут вызывать трудности, и обратить на это внимание специалистов проектной организации. Решения на основе BIM-технологии предоставляют специалистам подрядных организаций возможность определять сметную стоимость, выполнять 4D-визуализацию процесса строительства, выявлять коллизии, обмениваться информацией с заказчиками, а также оптимизировать строительство, сокращая отходы материалов, повышая производительность и экономя средства.

Отметим основные преимущества использования BIM на этапе проектирования:

1. Планирование размещения объектов распределенной социальной инфраструктуры в районе застройки с учётом уже имеющейся инфраструктуры прилегающих территорий;
2. Проектирование инженерных и энергетических сетей района застройки с учётом рельефа местности и характеристик грунта;
3. Планирование транспортной сети в районе застройки, основных и вспомогательных маршрутов движения транспортных средств, анализ изменения транспортной ситуации района;
4. Определение и оптимизация требуемого количества техники, сил и средств для выполнения строительных работ;
5. Определение ближайших поставщиков строительных и отделочных материалов, специализированных организаций, предоставляющих инженерные и другие необходимые в процессе строительства услуги;
6. Расчёт наиболее подходящих маршрутов доставки строительных материалов с целью сокращения сроков и минимизации стоимости доставки.

Таким образом, интеграция технологий информационного моделирования зданий и геоинформационных систем стала ключевым звеном в развитии всего направления информационного моделирования в строительстве. С одной стороны, это связано с расширенным представлением о жизненном цикле объектов строительства и включением в этот цикл этапов от выбора участка под строительство до эксплуатации. С другой стороны, получаемые от использования этих технологий преимущества проявляются на разных этапах и в разных формах, затрагивая различный состав заинтересованных сторон.

Каждый многокритериальный метод рационального выбора имеет свою эффективную

область применения. Например, ряд методов эффективен для анализа альтернатив по критериям с качественным измерением (ЗАПРОС, ШНУР). Методы, основанные на парных сравнениях альтернатив (метод анализа иерархий, ELECTRE), эффективны при малом количестве альтернатив (до 10). При большом количестве альтернатив и малом количестве критериев эффективны методы теории полезности.

Проведем выбор методов, которые будут наиболее эффективны для решения поставленной в задачи. Как отмечалось, анализ альтернатив на втором уровне характеризуется появлением более точной и полной информации вследствие снижения неопределенности. Исходя из этого, критерии второго уровня больше характеризуются количественной информацией. При наличии немногочисленных критериев с качественным описанием их оценки следует перевести в количественные посредством создания специальной искусственной шкалы перевода. Количество альтернатив на втором этапе потенциально не ограничено, что объясняется множеством возможных вариантов предварительных дальнейших решений по реализации электростанции (установленных мощностей, площадок, технических решений) для каждого пункта. Поэтому необходим метод, эффективный при анализе большого количества альтернатив по критериям с количественным измерением.

Альтернативы первого уровня также могут характеризоваться количественными критериями, однако в большей степени для описания альтернатив на первом уровне привлекаются критерии с качественным описанием. Количество альтернатив на первом уровне, как правило, не превышает 10, что объясняется ограниченностью возможных пунктов строительства в любом рассматриваемом макрорайоне. Этим требованиям отвечают методы анализа иерархий и вербальных групп. Предпочтение было отдано методу анализа иерархий, поскольку при анализе пунктов желательно выявить не только порядок превосходства, но и получить количественную оценку пунктов. Это открывает возможности для оценки степени превосходства альтернатив;

Таким образом, проведенный обзор методов позволяет сделать следующие выводы. Для задачи выбора пунктов размещения зданий и сооружений, перспективным является МАИ. Преимуществами метода являются:

1) эффективность для анализа альтернатив, характеризуемых критериями как с качественными, так и с количественными оценками. Оценки сравнительной важности избавляют от необходимости перевода качественных оценок в количественные или наоборот;

2) парные сравнения являются легкой процедурой, не вызывающей затруднений ЛПР;

3) вербальная шкала сравнений является понятным инструментом анализа для ЛПР;

4) метод широко применялся на практике, имеет хорошую апробацию.

Желательно получить количественную оценку пунктов, а не только выявить порядок превосходства альтернатив друг на другом.

Выбранный метод многокритериального анализа в дальнейшем будет комбинироваться вместе с методом зонирования территорий.

Выводы и направления дальнейших исследований

Задача многокритериального выбора земельного участка для размещения зданий и сооружений сводится к следующему: предложена формулировка задачи двухуровневого многокритериального выбора. На первом этапе отсекаются альтернативы по критериям первого уровня, а в дальнейшем по критериям второго.

Интеграция технологий Информационного моделирования зданий (ВМ) и Геоинформационных систем (ГИС) стала ключевым звеном в развитии всего направления информационного моделирования в строительстве. С одной стороны, это связано с расширенным представлением о жизненном цикле объектов строительства и включением в этот цикл этапов от выбора участка под строительство до эксплуатации. С другой стороны, получаемые от использования этих технологий преимущества проявляются на

Литература

1. Гермейер Ю. Б. Введение в теорию исследования операций. – М.: Наука, 1971. – 384 с.
2. Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа. – М.: Наука, 1981. – 488 с.
3. Бурков В. Н. Основы математической теории активных систем. – М.: Наука, 1986. – 255 с.
4. Горский Ю. М. Системно-информационный анализ процессов управления. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. – 327 с.
5. Прангишвили И. В. Системный подход и общесистемные закономерности. – М.: СИНТЕГ, 2000. – 528 с.
6. Советов Б. Я. Проблемы адаптивного автоматизированного управления промышленным предприятием. Информационно-управляющие системы. – 2009 – Вып. 6. – С. 18-24.
7. Месарович М. Общая теория систем: математические основы. – М.: Мир, 1978. – 312 с.
8. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач: пер. с англ. / Дж. Клир. – М.: Радио и связь, 1990. – 534 с.
9. Carver S. J. Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems // *International Journal of Geographical Information Systems*. – 1991. – Vol. 5. – P. 321–339.
10. Arciniegas G. A. Effectiveness of collaborative map-based decision support tools: Results of an

разных этапах и в разных формах, затрагивая различный состав заинтересованных сторон.

Рассмотрена большая группа методов принятия решения: эвристические методы, аксиоматические, семейство методов electre, методы вербального анализа решений. Каждый многокритериальный метод рационального выбора имеет свою эффективную область применения. Методы, основанные на парных сравнениях альтернатив (метод анализа иерархий, ELECTRE), эффективны при малом количестве альтернатив (до 10). Для задачи выбора пунктов размещения зданий и сооружений, перспективным является МАИ. Выбранный метод многокритериального анализа в дальнейшем будет комбинироваться с методом зонирования территорий.

Таким образом, конечная модель зонирования получается путем использования над существующими слоями оверлейных и других операций. Процесс происходит автоматически. Данные полученные таким путем передаются в модуль СППР. ЛПР устанавливает предпочитаемые критерии, параметры, необходимые ему. Система в свою очередь проводит расчет над имеющимися альтернативами и выбирает лучшую среди них. Конечным результатом работы метода является тематическая карта, с отображением предпочтительных вариантов, отраженных различными цветами.

experiment // *Environmental Modelling & Software*. – 2013. – Vol. 39. – P. 159–175.

11. Janssen R. Multiobjective decision support for land use planning // *Environment and planning B: Planning and design*. – 2008. – Vol. 35. – P. 740-756.

12. Janssen R. Spatial evaluation of ecological qualities to support interactive design of land use // *Environment and planning B: Planning and design*. – 2013. – Vol. 40. – P. 427-446.

13. Stewart T. J. A multiobjective GIS-based land use planning algorithm // *Computers, Environment and Urban Systems*. – 2014. – Vol. 46. – P. 25-34.

14. Дядичев В.В. Интегрированные компьютерные системы: Учебное пособие. – Луганск: Изд-во ВГУ им.В.Даля, 2008. – 256с.

15. Дядичев В.В. Моделирование внедрения инновационных технологий в региональную систему образования: Монография / Дядичев В.В., Крышталь Н.И., Колесников А.В., Рыбцев И.В. – Луганск: Издательство ВГУ им. В.Даля, 2011. – 252с.

16. Дядичев В.В., Жуковский А.В. Интернет-телефония и системы мобильных телекоммуникаций: Учебное пособие. – Луганск: Изд-во ВГУ им.В.Даля, 2006 – 500с.

17. Дядичев В.В., Жуковский А.В., Сафронов К.Н. Компьютерные телекоммуникации и сети ЭВМ: Учебное пособие. – Луганск: Изд-во ВГУ им.В.Даля, 2006 – 208с.

18. Дядичев В.В., Локотош Б.Н., Колесников А.В. Теория информации: Учебное пособие. – Луганск: Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2009. – 252с.
19. Дядичев В.В., Колесников А.В. Компьютерная техника. Часть I. Пользователь ПК: Учебное пособие. – Луганск: Изд-во ВНУ им.В.Даля, 2003 – 236с.
20. Дядичев В.В., Колесников А.В. Технические и программные средства современного офиса: Учебное пособие. – Луганск: Изд-во ВНУ им.В.Даля, 2006 – 22с.
21. Дядичев В.В., Колесников А.В., Любчик К.В. Типовые технологические объекты и процессы производства: Учебное пособие. – Луганск: Изд-во ВНУ им.В.Даля, 2006 – 184с.
22. Дядичев В.В., Погорелов О.О. Дискретная математика и теория вероятностей: Учебное пособие. – Луганск: Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2009. – 247с.

METHODS OF IMPROVING INFORMATION SYSTEMS PLANNING LOCATION OF BUILDINGS IN URBAN AREAS

Summary: The results of the research in the article the analysis of the problem of multi-criteria selection of land for the placement of buildings and structures. The method of integration technology for building information modeling and geographic information systems. We consider a large group decision-making methods: heuristics, axiomatic, family electre methods, methods of verbal decision analysis. The final model of zoning is obtained by the use of the existing layers of overlay and other operations.

Key words : The information system, land, building construction, planning, decision-making theory, alternative, system analysis, building information modeling.

УДК 514.742

РАСПАДЕНИЕ СЕЧЕНИЯ НА ПРЯМОЛИНЕЙНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Какутич Е.И.

Академия строительства и архитектуры

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»,

Адрес: г. Симферополь, ул. Киевская 181.

Аннотация. В работе получены условия на уравнение поверхности, при выполнении которых плоские сечения распадаются на прямолинейные компоненты. Данное исследование относится к линейчатой дифференциальной геометрии, начало которой положено работами И. Плюккера, Ф. Клейна, С. Ли, Д. Гильберта, Д. Зейменгера и других. Известно, что поверхности, состоящие из параболических точек, несут, а из гиперболических точек могут нести на себе прямые. Поверхность несет на себе либо конечное число прямых, либо является линейчатой.

Ключевые слова: поверхность, необходимые и достаточные условия, распадающиеся кривые.

Известно, что поверхность, состоящая из параболических точек, имеет одно семейство прямолинейных образующих – одно семейство асимптотических линий. Поверхность, состоящая из гиперболических точек, несет на себе два семейства асимптотических линий, из которых одно или два могут быть ее прямолинейными образующими. Поверхности, состоящие из эллиптических точек, не несут прямолинейные образующие.

Введение

Кривая на поверхности, касательная которой в каждой точке направлена по асимптотическому направлению в этой точке, называется асимптотической линией. Для того чтобы кривая на поверхности была асимптотической, необходимо и достаточно, чтобы она или была прямой, или имела в каждой точке своей соприкасающейся плоскостью касательную плоскость к поверхности.

Анализ публикаций

На алгебраических поверхностях второго порядка лежит бесконечное множество прямых. На поверхности третьего порядка общего вида лежит 27 прямых, считая кратные, несобственные и мнимые. На алгебраической поверхности выше третьего порядка не могут лежать прямые. При выполнении дополнительных условий, накладываемых на коэффициенты уравнения, алгебраические поверхности любого порядка являются линейчатыми. Линейчатые поверхности несут на себе одно или два семейства прямолинейных образующих [1-3]. Линейчатая поверхность строится способом приведенным на Рис.1.

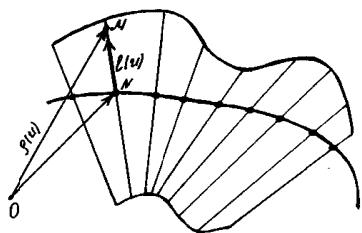


Рис.1 Линейчатая поверхность

Цель и постановка задачи

Цель исследования состоит в изучении плоских сечений поверхностей, как алгебраических, так и трансцендентных, и определении условий, при выполнении которых сечение является распадающейся на прямолинейные компоненты кривой γ .

Методика исследования

Методика исследования заключается в изучении строения поверхностей методами дифференциальной геометрии и векторной алгебры.

Результаты и их анализ

В евклидовом пространстве E^3 поверхность Φ задается уравнением

$$\Phi: F(x)=0, \quad x=(x_1, x_2, x_3),$$

и пересекается плоскостью π :

$$\psi_1(x) + c = 0,$$

где $\psi_1(x) = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3$, $\vec{a} = \{a_1, a_2, a_3\}$ - вектор нормали плоскости.

Сечением является плоская кривая γ , которая задается уравнениями

$$\gamma: \begin{cases} F(x) = 0, \\ \psi_1(x) + c = 0. \end{cases} \quad (1)$$

Для того чтобы кривая γ распадалась на прямые, необходимо и достаточно, чтобы ее первая кривизна k_1 в каждой точке равнялась нулю.

Равенство первой кривизны k_1 нулю позволяет получить условия, при выполнении которых плоское сечение произвольной поверхности является распадающейся на прямолинейные компоненты кривой γ . Всякая прямолинейная компонента γ является асимптотической линией поверхности [2-5].

Пусть $x_1 = x_1(t)$, $x_2 = x_2(t)$, $x_3 = x_3(t)$ - параметрические уравнения кривой γ . Подставим в уравнения системы (1) вместо x_1 , x_2 , x_3 их выражения $x_1(t)$, $x_2(t)$, $x_3(t)$. Продифференцируем все уравнения системы по параметру t в каждой точке сечения

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial x_1} x'_1 + \frac{\partial F}{\partial x_2} x'_2 + \frac{\partial F}{\partial x_3} x'_3 = 0, \\ a_1 x'_1 + a_2 x'_2 + a_3 x'_3 = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Из первого уравнения системы (2) следует, что вектор касательной $\bar{\tau} = \{x'_1, x'_2, x'_3\}$ кривой γ перпендикулярен нормали поверхности $\nabla F = \left\{ \frac{\partial F}{\partial x_1}, \frac{\partial F}{\partial x_2}, \frac{\partial F}{\partial x_3} \right\}$, а из второго уравнения, что $\bar{\tau}$ перпендикулярен вектору нормали $\bar{a} = \{a_1, a_2, a_3\}$ секущей плоскости π .

Выберем параметризацию так, чтобы

$$\bar{\tau} = [\bar{a}, \nabla F].$$

Дальнейшее имеет смысл, если $\bar{\tau} \neq 0$, то есть векторы \bar{a} и ∇F не коллинеарны и сечением не может быть касательная плоскость поверхности в выбранной точке.

Если $\bar{\tau} = \bar{\tau}(t)$, то кривизна кривой находится как

$$k_1 = \frac{|\llbracket \bar{\tau}, \bar{\tau}' \rrbracket|}{|\bar{\tau}|^3}.$$

I. Необходимые и достаточные условия распада сечения γ на прямолинейные компоненты в случае компланарности векторов \bar{a} , \bar{c} и ∇F можно записать следующим образом

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial x_i} \left(\nabla_{\bar{\tau}} \frac{\partial F}{\partial x_i} - \alpha a_i \right) &= \frac{\partial F}{\partial x_i} \left(\nabla_{\bar{\tau}} \frac{\partial F}{\partial x_i} - \alpha a_i \right), \quad i, k = \overline{1,3}, \\ a_k \left(\nabla_{\bar{\tau}} \frac{\partial F}{\partial x_i} - \beta \frac{\partial F}{\partial x_i} \right) &= a_i \left(\nabla_{\bar{\tau}} \frac{\partial F}{\partial x_k} - \beta \frac{\partial F}{\partial x_k} \right), \quad k < i, \\ \nabla_{\bar{\tau}} \frac{\partial F}{\partial x_i} &= \alpha a_i + \beta \frac{\partial F}{\partial x_i}, \quad i = \overline{1,3}, \end{aligned}$$

где

$$\alpha = \frac{[\bar{c}, \nabla F]}{[\bar{a}, \nabla F]}, \quad \beta = \frac{[\bar{a}, \bar{c}]}{[\bar{a}, \nabla F]}.$$

Полученным условиям удовлетворяют как алгебраические, так и трансцендентные поверхности.

II. В случае коллинеарности векторов \bar{a} и \bar{c} достаточные условия для распада сечения γ на прямолинейные компоненты:

$$(\bar{a}, \nabla F, \nabla W_i) = 0,$$

где

$$W_i = a_{i+1} \frac{\partial F}{\partial x_i} - a_i \frac{\partial F}{\partial x_{i+1}}, \quad i = 1, 2.$$

III. Для того чтобы, смешанное произведение $(\bar{a}, \nabla F, \nabla W_i)$ равнялось нулю необходимо и достаточно выполнение условий:

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial x_k} \left(\frac{\partial W_i}{\partial x_j} - \alpha a_j \right) &= \frac{\partial F}{\partial x_j} \left(\frac{\partial W_i}{\partial x_k} - \alpha a_k \right), \\ a_i \left(\frac{\partial W_i}{\partial x_j} - \beta \frac{\partial F}{\partial x_j} \right) &= a_j \left(\frac{\partial W_i}{\partial x_k} - \beta \frac{\partial F}{\partial x_k} \right), \\ \frac{\partial W_i}{\partial x_j} &= \alpha a_j + \beta \frac{\partial F}{\partial x_j}, \quad k, j = \overline{1,3}, \quad k < j. \end{aligned}$$

IV. Достаточными условиями обращения в нуль смешанного произведения $(\bar{a}, \nabla F, \nabla W_i)$ являются

$$\nabla W_i = 0, \quad i = 1, 2,$$

или

$$\frac{\partial F}{\partial x_i} : \frac{\partial F}{\partial x_k} = a_i : a_k, \quad k = 2, 3.$$

V. В случае коллинеарности векторов \bar{c} и ∇F , получены независимые условия распада сечения γ на прямолинейные компоненты:

$$\frac{\partial F}{\partial x_i} \frac{\partial Q}{\partial x_j} = \frac{\partial F}{\partial x_j} \frac{\partial Q}{\partial x_i}, \quad i, j = \overline{1,3}, \quad i < j.$$

Рассмотрим частные случаи алгебраических поверхностей и проверим выполнение полученных условий распада сечения γ на прямые.

1. Пусть старшая форма $\varphi_n(x)$ поверхности, содержит линейный множитель $\psi_1(x)$, и поверхность задается уравнением

$$\Phi: \psi_1(x) \psi_{n-1}(x) + \theta_{n-1}(x) = 0.$$

Пересечем поверхность Φ плоскостью и получим в сечении кривую γ

$$\gamma: \begin{cases} c \psi_{n-1}(x) + \theta_{n-1}(x) = 0, \\ \psi_1(x) = c. \end{cases}$$

Сечение поверхности плоскостями асимптотического направления состоит из прямых в случае, если поверхность имеет кратные асимптотические направления. Если у поверхности нет кратных асимптотических направлений, то для того, чтобы плоскость пересекала поверхность Φ по прямым необходимо выполнение следующих условий

$$\begin{aligned} a_3^2 b_{22} &= a_2^2 b_{33}^2, \\ a_1^2 a_2 a_3 b_{22}^2 b_{33} &= 0, \\ a_1^2 a_2 a_3 b_{22}^2 b_{33}^2 &= 0, \\ a_1^3 a_3 b_{22}^2 b_{33} &= 0, \\ a_1^2 a_2 b_{22} b_{33} &= 0. \end{aligned}$$

Эти условия выполняются, при $a_3 = 0, b_{33} = 0$. Тогда плоскость

$$\psi_1(x) + \frac{\varphi_2(u)}{\psi_2(u)} = 0$$

будет пересекать поверхность $(a_1 x_1 + a_2 x_2) x_1^2 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2 = 0$

по прямым

$$\gamma_1: \begin{cases} \sqrt{b_{11} - \frac{\varphi_2(u)}{\psi_2(u)}} x_1 - \sqrt{b_{22}} x_2 = 0, \\ \psi_1(x) + \frac{\varphi_2(u)}{\psi_2(u)} = 0 \end{cases}$$

и

$$\gamma_2: \begin{cases} \sqrt{b_{11} - \frac{\varphi_2(u)}{\psi_2(u)}} x_1 + \sqrt{b_{22}} x_2 = 0, \\ \psi_1(x) + \frac{\varphi_2(u)}{\psi_2(u)} = 0. \end{cases}$$

2. Рассмотрим поверхность, заданную уравнением

$$\Phi: \psi_1^3(x) + \varphi_2(x) + \varphi_1(x) + \varphi_0 = 0,$$

где $\psi_1(x) = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3$,
 $\varphi_2(x) = b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 + 2b_{12}x_1x_2 + 2b_{13}x_1x_3 + 2b_{23}x_2x_3$,
 $\varphi_1(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3$.

В случае если плоскость π перпендикулярна вектору $\bar{c} = \nabla_{\bar{r}} F$, то кривая пересечения γ является распадающейся на прямолинейные компоненты при

$$\frac{b_{1j}}{b_{2j}} = \frac{a_1}{a_2}, \quad \frac{b_{1j}}{b_{3j}} = \frac{a_1}{a_3}, \quad j = \overline{1,3}.$$

Таким образом, ранг матрицы квадратичной формы $\varphi_2(x)$ равен единице, и, линейная форма $\varphi_1(x)$ и константа φ_0 уравнения поверхности не влияют на эти условия.

Этим условиям удовлетворяет, например поверхность $(x_1 + 2x_2 + 3x_3)^2 + 3x_1^2 + 12x_2^2 + 27x_3^2 + 12x_1x_2 + 18x_1x_3 + 36x_2x_3 + x_1 + 2x_2 + 1 = 0$.

3. Если поверхность Φ такая, что вектор $\bar{c} = \nabla_{\bar{r}} F$ может быть коллинеарен градиенту поверхности Φ , то сечение γ распадается на прямые, если строки матрицы квадратичной формы $\varphi_2(x)$, входящей в уравнение поверхности Φ , пропорциональны и коэффициент пропорциональности первой и второй строк равен

$$\frac{3c^2a_1 + c_1}{3c^2a_2 + c_2} = \frac{(\bar{B}_1 \cdot \bar{s})}{(\bar{B}_2 \cdot \bar{s})},$$

коэффициент пропорциональности первой и третьей

$$\frac{3c^2a_1 + c_1}{3c^2a_3 + c_3} = \frac{(\bar{B}_1 \cdot \bar{s})}{(\bar{B}_3 \cdot \bar{s})},$$

коэффициент пропорциональности второй и третьей

$$\frac{3c^2a_2 + c_2}{3c^2a_3 + c_3} = \frac{(\bar{B}_2 \cdot \bar{s})}{(\bar{B}_3 \cdot \bar{s})}.$$

4. Рассмотрим поверхность

$$\Phi: x_1^3 + x_2 + x_3 = 0.$$

Проверим условия распада сечения γ на прямые в случае компланарности векторов $\bar{a}, \nabla F$ и \bar{c} .

Разложение вектора \bar{c} по векторам $\bar{a}, \nabla F$ имеет вид

$$\bar{c} \left\{ \nabla_{\bar{r}} \frac{\partial F}{\partial x_1}, \nabla_{\bar{r}} \frac{\partial F}{\partial x_2}, \nabla_{\bar{r}} \frac{\partial F}{\partial x_3} \right\} = \alpha \{a_1, a_2, a_3\} + \beta \left\{ \frac{\partial F}{\partial x_1}, \frac{\partial F}{\partial x_2}, \frac{\partial F}{\partial x_3} \right\}.$$

Вычислим

$$\frac{\partial F}{\partial x_1} = 3x_1^2, \quad \frac{\partial F}{\partial x_2} = 1, \quad \frac{\partial F}{\partial x_3} = 1,$$

$$\bar{\tau} = [\bar{a}, \nabla F] = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ a_1 & a_2 & a_3 \\ 3x_1^2 & 1 & 1 \end{vmatrix} = \{a_2 - a_3, 3a_1x_1^2 - a_1, a_1 - 3a_1x_1^2\},$$

$$\nabla_{\bar{r}} \frac{\partial F}{\partial x_1} = 6a_2x_1 - 6a_3x_1, \quad \nabla_{\bar{r}} \frac{\partial F}{\partial x_2} = 0, \quad \nabla_{\bar{r}} \frac{\partial F}{\partial x_3} = 0.$$

Тогда условия распада сечения γ запишутся как

$$6x_1(a_2 - a_3) = \alpha a_1 + 3\beta x_1^2, \\ \alpha a_2 + \beta = 0, \\ \alpha a_3 + \beta = 0.$$

Если выбрать плоскость π так, чтобы $a_2 = a_3$ и $a_1 = 3a_3x_1^2$, то сечение γ плоскостью π поверхности Φ распадается на три прямые.

Выводы

Получены условия на уравнение поверхности, при выполнении которых плоские сечения распадаются на прямолинейные компоненты. Построены уравнения алгебраических поверхностей, удовлетворяющие сформированным условиям. Рассмотрены частные случаи алгебраических поверхностей, к которым применяются полученные условия распада сечения γ на прямые.

Список литературы:

1. Гильберт Д., Кон – Фоссен С. Наглядная геометрия. – М.: Наука, 1981. – 344с.
2. Дубнов Я.С. Основы векторного исчисления. – М. - Л.: ГИТТЛ, 1939. – 331с.
3. Кочин Н.Е. Векторное исчисление и начала тензорного исчисления. – М.: Изд.АН – СССР, 1951. – 426с.
4. Лаптев Г.Ф. Элементы векторного исчисления. – М.: Наука, 1975. – 336с.
5. Рашевский П.К. Курс дифференциальной геометрии. – М. – Л.: ГИТТЛ, 1950.-428с.
6. Рид, М. Алгебраическая геометрия для всех. – М.: Мир, 1991. – 147с.

THE DISINTEGRATION CROSS SECTION AT THE STRAIGHT COMPONENTS SURFACES

Summary. In this paper we obtain conditions on the equation of the surface, where plane sections fall into rectilinear components. This study refers to the bar of differential geometry, inaugurated by the works of I. Pluckker, F. Klein, S. Lee, D. Hilbert, D. Zeimenger and others. It is known that surfaces consisting of parabolic points are, and of hyperbolic points can carry a straight. The surface carries either a finite number of direct, or is ruled.

Key words: surface, necessary and sufficient conditions, the decaying curves.

УДК 721.001

ИСТОРИЧЕСКИЙ АРЕАЛ ГОРОДА – ПУТЬ К ВОЗРОЖДЕНИЮ

Кучер А.В.*, Меметова Т. Д. **

Академия строительства и Архитектуры, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»

Адрес: г. Симферополь, ул. Киевская, 181

e-mail*: von.rooff@mail.ru ; e-mail**: memetova@gmail.com

Аннотация. В статье анализируется опыт реконструкции и адаптации исторических ареалов городов к современным условиям, выявляются основные функционально-планировочные композиционные принципы.

Ключевые слова: исторический ареал; развитие; адаптация; реконструкция.

Введение.

В настоящее время люди всё чаще сталкиваются с процессом беспощадного уничтожения ценной исторической застройки. Теряя наследие предков, в том числе и памятники архитектуры, народ теряет историческую память, свою идентичность.

Однако, процессы глобализации и универсализации, охватившие все стороны жизнедеятельности современной цивилизации демонстрируют как ускоренно-эволюционную, так и агрессивную тенденции нивелирования и сползания самобытной культуры на сомнительный массовый китч, а освоив его человек теряет себя и своё пространство, свой город, свою Родину (Рис. 1).



Рис. 1 Процессы в исторической застройке.

Россия огромная страна с тысячелетней историей, представленной историческими городами и селами, сформировавшими культурный ландшафт страны. Среди них – подлинные шедевры градостроительства и архитектуры, получившие всемирное признание. Однако, всеобщая коммерциализация, утрата культурной потребности и сложившаяся в последние десятилетия, сырьевая структура экономики лишили экономической основы развития преобладающую часть небольших городов. Несмотря на принятые законодательные и нормативные акты, их действие не может противостоять экономической экспансии современного строительного комплекса. В результате, по признанию Российской академии архитектуры более 500 населенных пунктов с ценным историко-культурным наследием олицетворяющих уникальную архитектурно-планировочную организацию России оказались в

зоне риска, а многие бесследно исчезают с лица Земли и Российской Истории.

Культурным наследием всегда дорожили, им гордились и сегодня в стратегических целях развития государства – сохранение и регенерация культурного наследия является одним из главных приоритетов социальных и градостроительных программ, как необходимой составляющей устойчивого развития общества.

Предметом исследования данной статьи является зарубежный и отечественный опыт реконструкции и адаптации исторических ареалов городов к современным условиям

Объект исследования – исторические ареалы городов

Цель и постановка задач исследований

Цели исследования - проанализировать мировой и отечественный опыт реконструкции и адаптации исторических ареалов городов к современным условиям, выявить основные тенденции процесса ревитализации исторической застройки.

Задачи исследования:

1. Выявить роль исторического ареала в структуре современного города
2. Выявить принципы адаптации исторических ареалов в современную структуру города;
3. Оценить целесообразность применения данных принципов в существующей городской застройке;

Актуальность данной темы заключается в том, что историческая среда является основой идентичности социума и его менталитета. Исторические ареалы городов насыщены исторически ценными зданиями и ансамблями, в то же время в крупных городах системы общегородского центра многофункциональны. К крупномасштабным изменениям планировочных структур исторических ареалов нужно подходить с осторожностью т.к. в современном большом городе происходит интеграция функций.. В нем объединяются не только места приложения труда – административно-управленческие и социально - бытовые учреждения, но и размещаются жилые

комплексы. Изменение назначения и создание многофункциональных систем, снос и строительство новых зданий неизбежно влечет за собой трансформацию застройки, а это вступает в определенное противоречие с установкой на сохранение исторического наследия.

Терять наследие предков, в том числе и памятники архитектуры, мы теряем историю, которую наша страна накапливала веками.

Научная новизна работы состоит в совершенствовании принципов адаптации исторических ареалов к структуре современного города

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в следующем:

- повышение результативности историко-архитектурных исследований, их образовательной и градостроительной роли;
- адаптация исторического ареала требованиям развивающегося города;

Гипотеза исследования. Предполагается, что комплексный анализ мирового опыта позволит выявить основные принципы и факты реконструкции и адаптации исторических ареалов городов, что в дальнейшем даст нам возможность определить способы повышения устойчивости и адаптивности исторических ареалов к тенденциям современного градостроительства. На основании проведенного анализа и выведенных факторов будет осуществляться решение основных задач исследования и разработка рекомендаций и методов проектирования.

Основной раздел с результатами и их анализом.

Проблема эффективного использования исторических зданий с учетом максимального сохранения облика застройки становится особо актуальной, так как большинство исторических зданий и памятников расположены в центре города – самой активной и насыщенной его части. С каждым годом архитектурных памятников и исторических зданий в наших городах остается все меньше по причине естественного старения, сноса, чтобы освободить место для новой стройки, переделывания до неузнаваемости.

Зарубежный опыт. «В Гамбурге вопросами реновации исторического центра всерьез озадачились примерно 35 лет назад».[2]

Театры, музеи и торговля были рассредоточены на периферии и центр города практически не развивался, но для жителей комфортнее обратное, когда объекты обслуживания находятся рядом с местом их проживания.

В центре Гамбурга много заброшенных территорий, которые могли бы быть застроены и администрация Гамбурга активно помогает в реализации интересных проектов, учитывая также и интересы жителей.

Большинство зданий в Гамбурге построены в 60-е годы прошлого века и их использование все

дороже с каждым годом. Такие строения подвергаются реконструкции, прежними остаются только несущие конструкции, но иногда и планировка, могут появляться дополнительные надстройки.

Здания, проходящие реновацию по проектам KleffelPapayWarncke не отличить от исторических. Внутри оборудуются офисы и квартиры это позволяет жить и работать в одном доме.[2]

«Власти Мадрида дают «зелёный свет» так называемой операции Каналехас – проекту группы VillarMir по обновлению центральной зоны столицы Испании.» [3] По заявлению пресс-секретаря правительства Мадрида - Советом при правительстве были одобрены изменения генерального плана по развитию города в районе Севилья-Каналехас (Рис.2).

Проект позволил преобразовать в многофункциональное пространство площадь Каналехас, оживить экономику, создать новые рабочие места, придавая «второе дыхание» историческим зданиям.

Новый план реконструкции позволил убрать парковки с улицы и создать предназначенную для транспорта подземную инфраструктуру.

Шесть зданий составляющие квартал были преобразованы в комплекс, сочетающий в себе коммерческую, развлекательную, жилую и другие функции.

Для защиты исторического наследия и с целью ограничения максимальной высоты здания, которая должна быть на уровне высоты короны фасада на Алкала, 12, Совет в ноябре 2013 года принял документ согласно которому эти здания объединяются в единый комплекс.

Так удовлетворялось требование муниципалитета и ускорялся процесс принятия необходимых решений.

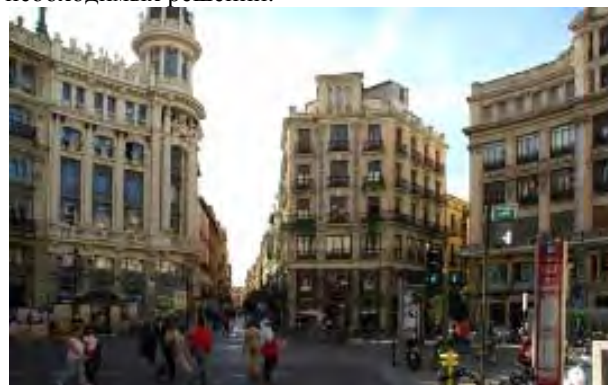


Рис. 2 Площадь Каналехас

Источник: <http://www.espanarusa.com/ru/new/article/474729>

В Англии – стране древней градостроительной культуры есть много примеров решения проблемы ограничения транспорта в исторической застройке городов. В докладе специальной комиссии под председательством

профессора Эдинбургского университета К. Бьюкенена (1963г.) проблему организации транспорта в исторической застройке городов предложено решать как производную задачу при целевой установке - обязательного сохранения органичности городской среды. На практике данное предложение разрешилось созданием отвлекающих магистралей и установлением величины и характера допустимого транспортного движения, не ухудшающего при этом условий исторической городской среды. Этот показатель, потребовавший отдельных исследований предложено назвать «наполнением, соответствующим среде».

«Пространственной среде исторического английского города присущи непреднамеренность, внезапность видов и зрительная взаимосвязь городских пространств с пространством природы». [4] На протяжении всей истории английские города почти не знали случаев вмешательства в процесс формирования - таких как проекты перепланировки, отрицающие все предыдущее развитие. Когда предпринимались различные градостроительные мероприятия, сложившийся исторический центр рассматривался как неизменная ценность и новые структуры города гармонично развивали планировку в новых стилистических формах (рис. 3).



Рис. 3. План города Бат 1783 г.

Источник: <http://art-con.ru/node/5609>

Сегодня в Англии определено несколько городов имеющих «национальное значение». Это Йорк, Честер, Чичестер и Бат. Но, не смотря на то, что исторические центры законсервированы, так или иначе они подвергаются реконструкции. При этом определяются дальнейшие расширения и разрабатываются зоны торговли и транспорта для разгрузки исторического центра.

Градостроители Англии стараются комплексно решать возникающие вопросы реконструкции — изучение качества пространства среды исторического центра, сочетание новых зданий со старой средой.

Наиболее примечательной особенностью охраны памятников истории и архитектуры в США является первостепенная важность частной гражданской инициативы, идущей снизу. Добровольные общества, опирающиеся на неправительственную финансовую поддержку, стояли у истоков движения за охрану памятников в прошлом и во многом сохраняют лидерство в наши дни.

На рубеже нашего столетия в движении за охрану памятников наблюдался рост внимания к эстетическим достоинствам зданий, появились примеры сохранения памятников, которые не были связаны с какими-либо важными историческими событиями или лицами, но представляли ценность как яркие образцы архитектуры. Видную роль в утверждении новых критериев ценности памятников прошлого сыграло Общество охраны новоанглийских древностей во главе с Уильямом Эпплтоном, основанное в 1910 г.

Следующим шагом было признание значимости реставрации и сохранения в первоначальном виде целых населенных пунктов либо кварталов, включая жилые дома, подсобные постройки, общественные здания, улицы, ландшафты. В результате появились музеи под открытым небом. Ранним и наиболее ярким образцом таких музеев является колониальный Вильямсберг (штат Виргиния), где приобретение и реставрация зданий начались по инициативе пастора местной церкви на деньги Джона Рокфеллера еще в 1926 г. (Рис.4). В настоящее время музей включает около девяноста зданий, расположенных на территории, превышающей 70 гектаров. Колониальный Вильямсберг выгодно отличается от других известных музеев под открытым небом (таких как Гринфилд - Виллидж в штате Мичиган и Стербридж - Виллидж в Массачусетсе) тем, что все его здания расположены там, где они были первоначально построены. [5]



Рис. 4 Колониальный Вильямсберг (штат Виргиния)

Источник:

<http://turbina.ru/q/photo/1/1325796/>

Тысячелетняя история России представлена уникальными историческими городами и селами, сохранившими градостроительное и культурное своеобразие эпох, сформировавших культурный ландшафт страны. Среди них – подлинные шедевры градостроительства и архитектуры, получившие всемирное признание. Однако, односторонняя энергоресурсная структура экономики, сложившаяся в последние десятилетия, лишила экономической основы развития преобладающую часть небольших городов и, как отмечается в Градостроительной доктрине Российской Федерации, более 500 населенных пунктов с ценным историко-культурным наследием олицетворяющих уникальную архитектурно-планировочную организацию России оказались в зоне риска и бесследно исчезают с лица земли и российской истории.[6] Несмотря на принятые законодательные и нормативные акты (Ст.44 Конституции РФ, актуализированный закон №73ФЗ «Об объектах культурного наследия народов Российской Федерации», ст.2, п.10 Градостроительного Кодекса РФ) их действие оказывается неэффективным и не может противостоять экономической экспансии бизнеса, цель которого - прибыль, и, возможно в силу излишней зарегулированности охранного законодательства, до сих пор не оценил существующее историческое наследие как ценнейший ресурс для собственного развития, ищет и к сожалению находит пути устранения «преград».

Когда в 1930-х годах началась ширококомасштабная индустриализация, заводы в городских центрах стали разрастаться. Малые и средние города не выполняли правительственные и представительские функции, административные функции были незначительными, поэтому власти не церемонились с исторической застройкой городских центров и превращали её, чтобы не тратиться на новое строительство, в рабочие слободы. Застройка рабочих слобод имела гораздо меньше шансов на консервацию, чем застройка административных зон. Так погибала историческая среда малых и средних городов. Старинные здания, которые могли бы стать памятниками истории и культуры, повсеместно заменялись дешёвыми типовыми домами.

О массовом сносе в 1930-х годах церквей и колоколен - высотных градостроительных доминант - и говорить не стоит. В итоге к концу советской власти от исторических центров большинства малых и средних городов уже мало что осталось.

Бывали исключения, обусловленные тем, что индустриализация по каким-то причинам миновала тот или иной город. Например, историческая среда Переславля-Залесского уцелела потому, что купцы Александра заплатили большие деньги, чтобы железная дорога Москва - Ярославль сделала изгиб и обошла их город. Благодаря этому Переславль остался в стороне и от железной дороги, и от следовавшей за ней

индустриализации. Подобным образом, оказавшись вдали от магистральных автомобильных и железных дорог, «законсервировался» и Суздаль (Рис.5). Но эти исключения лишь подтверждают общее правило.



Рис.5 Суздаль

Источник: Москва в церквах, *Архитектурное наследие православной России. Суздаль*

<http://mos-churches.ru/blog/2015/11/29/arhitekturnoe-nasledie-pravoslavnoy-rossii-suzdal/>

В конце 1970-х годов отношение к исторической среде малых и средних городов изменилось к лучшему. При разработке генеральных планов исторических городских поселений стали учитываться охранные зоны памятников. Но началась перестройка, и новые социально-экономические и правовые условия создали ситуацию, при которой над историческими городами нависла угроза окончательной утраты их самобытной среды[7].

Хотя уничтожение исторической застройки происходит и сегодня в своем большинстве при разработке проектов реконструкции (модернизации) территории исторического центра современного города придерживаются двух аспектов: современного развития и сохранения памятников культурного наследия

Результаты исследования.

В ходе анализа зарубежного опыта проектирования в сфере реконструкции исторических ареалов присутствует обилие проектов направленных на сохранение и максимальное использование исторической застройки, и очевидное меньшинство отечественных проектов и негативный опыт в прошлом имеющий продолжение и сегодня. В настоящее время приоритетным аспектом для заказчиков и инвесторов становится финансовая выгода, для проектировщиков – сохранение исторической застройки, облика города в целом и в тоже время адаптация ее под современные тенденции градостроительства и интересы заказчика.

Выводы:

Есть исторические центры, города, где существуют очень жесткие запреты на внедрение в

историческую застройку, есть примеры очень смелых экспериментов по внедрению новых зданий в историческую застройку которые буквально вклиниваются в него. Подходов много и очень разных, их нельзя унифицировать. Для каждого города должны быть выработаны свои принципы. Должен быть индивидуальный подход с учетом особенностей исторического наследия, градостроительной ситуации, тех памятников, которые существуют, и тех потребностей, которые есть у города сегодня. Поэтому воспроизводить любой опыт других стран на города Крыма нельзя. Нужно стараться брать лучшее из опыта разных городов и пытаться адаптировать и применить этот опыт у нас.

Сегодня в России существует разрыв между законодательной базой по охране объектов культурного наследия и самим процессом как реставрации и реконструкции, так и включения новых объектов в историческую застройку, что приводит к нарушению целостности исторической среды.

Конечно, процесс ревитализации, возвращения к активной жизни среды старого города требует больших затрат и в интеллектуальном, и в материально-временном, и в технологическом плане. Требуется ввод инженерно-технических и транспортных систем, актуализация санитарно-гигиенических качеств и параметров жилой среды, возрождение общественных пространств с новым социальным содержанием. Очевидно, что наиболее труднодостижимым в такой ситуации является возможность убедить население, являющееся собственниками неудобной для города недвижимости провести комплексную её реконструкцию-реставрацию, обеспечив достойное существование исторического ареала в современном

городе. Административно-силовые методы в данном случае неприемлемы и чреваты, требуется заинтересованность и причастность населения.

Список литературы

1. Шепелев Н.П., Шумилов М.С Реконструкция городской застройки. М.: Высшая школа, 2000. 269с.
2. Ирина Н. Гамбург-Петебург: опыт реновации [Электронный ресурс] //Общественный контроль – Режим доступа: <http://ok-inform.ru/experts/kachestvo/5727-gamburg-peteburg-opyt-renovatsii.html>
3. Мадрид одобрил план реконструкции центральной зоны столицы Испании [Электронный ресурс] //Испания по русски – Режим доступа: <http://www.espanarusa.com/ru/news/article/474729>
4. Бабуров А. О реконструкции исторических городов Великобритании, Теори и практика реставрационных работ. Сборник № 3 [Электронный ресурс] // ArtConservation мастерская– Режим доступа: <http://art-con.ru/node/5609>
5. А.В. Никифоров Своеобразие опыта США в деле охраны памятников истории и архитектуры [Электронный ресурс] // Ростовский кремль – Режим доступа: <http://www.rostmuseum.ru/Publications/Publication/140>
6. Есаулов Г.В., Лежава И.Г., акад. Любовный В.Я., Юсин Г.С., Ломакина Д.Ю. Градостроительная доктрина Российской Федерации РААСН – 2014
7. Заграевский С.В., Культурно-историческая среда российских городов. Способы её сохранения// [Электронный ресурс] // Территория планирования– 2011 - № 2(32) – Режим доступа: <http://terraplan.ru/arhiv/56-2-32-2011/975-658.html>

HISTORIC AREA CITIES – THE ROAD TO RECOVERY

Annotation. The article analyzes the experience of reconstruction and adaptation of historic cities areas to modern conditions, identifies the main functional-planning compositional principles.

Keywords: historical range; development; adaptation; reconstructio

УДК 711.4

МИРОВОЙ ОПЫТ ПО ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОМУ РАЗВИТИЮ ПРИМОРСКИХ КУРОРТОВ

Маслий В.В.*, Сидорова В.В.**

Академия строительства и Архитектуры, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»

Адрес: г. Симферополь, ул. Киевская, 181

*E-mail: maslii.vlada@gmail.com; ** E-mail: nucikBBC@yandex.ru

Аннотация. В статье анализируется отечественный и зарубежный опыт возникновения приморских курортов, выявлены архитектурно-планировочные принципы градостроительного зонирования, определены принципы градостроительного развития.

Ключевые слова: принципы градостроительного развития; градостроительное зонирование; приморские курорты.

Введение

Непрерывное развитие, рост, преобразование архитектоники и структуры приморских курортов требуют пристального внимания к новым тенденциям градо-строительства. Развитие курорта определяет не только численность и структуру населения, но и соотношение застроенных и незастроенных территорий, состояние зданий, наличие необходимой инфраструктуры, качество окружающей природной среды и многое другое.

Развитие отечественных приморских курортов часто носит нерегулируемый характер. Нередко это способствует возникновению конфликтных планировочных ситуаций. Развитие курортов нуждается в грамотном преобразовании в управляемое и целенаправленное градостроительное развитие.

Теоретическую основу исследования составили научные работы Ионова И.И., Безрукова Ю.Ф., Шепелева Н.П., Шумилова М.С., раскрывающие проблемы в области изучения принципов градостроительного развития приморских курортов, а также диссертационные работы Литвинова Д.В., Онищенко В.М., Яременко Н. М., Матвеева В. Д., Пилуковой Н. В.

Обзор мирового опыта регулирования градостроительной деятельности рассматривали: Чернов П. [4], Сидорова В.В. и др. [5].

Предметом исследования данной статьи является градостроительное развитие приморских курортов.

Объектом исследования – приморские курорты.

Цель исследования – проанализировать мировой опыт градостроительного развития приморских курортов, выявить архитектурно-планировочные принципы градостроительного развития.

Задачи исследования:

- Выявить основную специфику градостроительного формирования и свойств приморских курортов.

- Проанализировать важные события в развитии приморских курортов на мировом уровне.

- Провести анализ существующей градостроительной организации приморских курортов.

- Дать определение понятию «принцип градостроительного развития».

- Выявить градостроительные принципы и рекомендации по развитию приморских курортов.

Границы исследования – изучение градостроительного формирования и развития курортов, которые схожи по природно-климатическим условиям с приморскими курортами Южного берега Крыма.

Актуальность исследования развития приморских курортов связана с их высокой востребованностью в общественной, культурной, экономической и других сферах жизни на разных этапах истории. Эти территории располагают масштабной динамикой функций и большим природно-ландшафтным потенциалом.

Проблематика. В настоящее время в нормативно-законодательной базе Российской Федерации не закреплены конкретные принципы градостроительного развития приморских курортов, которые бы помогли сохранить исторические центры курортов, уникальную природную среду и хрупкую экологию.

Научная новизна состоит в комплексном анализе проблематики градо-строительного проектирования применительно к развитию приморских курортов на примере опыта проектирования за рубежом и в России. А также, в выявлении градостроительных принципов развития приморских курортов.

Методикой исследования является научный анализ и систематизация полученных данных.

Основная часть

К концу XX столетия прослеживается тенденция к строительству высоко ком-фортного многоквартирного жилища на побережье. Приморские районы курортных агломераций характеризуются всё большей степенью урбанизации. Эти зоны несут на себе множество

функций (общественных, индустриальных, автотранспортных, жилых, рекреационных, оздоровительных), что приводит к неблагоприятному функциональному зонированию. На сегодняшний день курорты Южного берега Крыма нуждаются в реконструкции береговой полосы. Но прежде всего, важно выработать стратегию по рациональному использованию приморской территории. В приморских курортах существует ряд основных градостроительных и экологических проблем: нехватка сбалансированной территориально-планировочной композиции и зелёного каркаса курорта; недостаток организованного зонирования рекреационных пространств и благоустроенных подходов к водным объектам. С каждым годом экологическое равновесие всё больше нарушается из-за выбросов отходов в море крупными промышленными комплексами, а также слива бытовых нечистот курортных населенных пунктов полуострова. Это негативно сказывается на качестве рекреационного потенциала курортной территории.

Зарубежный и отечественный опыт. В 1940 году в СССР туристические места и зоны отдыха стали рассматриваться как градообразующие. Рекреационные зоны назывались "зелёные города". Были реализованы первые проекты таких городо-садов, как: [1, с. 20] Сергиево-Каменка в Петрограде; поселки под городами Рига, Варшава и Самара; город-сад на станции Прозоровская в Москве; Лосиноостровский поселок и др.

На данном этапе исследования выявлен принцип планировки «курорт в парке». Данный принцип лёг в основу архитектурной композиции курортного района на Южном берегу Крыма. В 1916 году впервые был применён тип "город-сад" в неосуществлённом проекте «Ласпи». В этом курорте планировали осуществить ансамблевую застройку с местами отдыха и оздоровления с раскрытием в сторону морского пейзажа.

Согласно нынешней градостроительной идее Большого Сочи, внедрённой в принятый генеральный план развития агломерации вплоть до 2032 года, учтено пространственное развитие градостроительного каркаса на дальние предгорные местности. Из-за плотной застройки коммерческими сооружениями и высотными офисными зданиями, город развивался диспропорционально. Это в свою очередь, привело к обострению проблем в транспортной инфраструктуре, ухудшению экологии, перегруженности инженерной инфраструктуры городского хозяйства, дефициту энергетических мощностей.

Качественно улучшить пространственную архитектуру, а также воссоздать на основе нового территориального баланса градостроительную основу туристско-курортного комплекса возможно за счёт использования глубинных предгорных территорий.

Сухум (рис. 1) – столица частично признанной Республики Абхазия, расположена в 110-ти км от границы с Россией на берегу обширного Сухумского залива [2, с. 55].

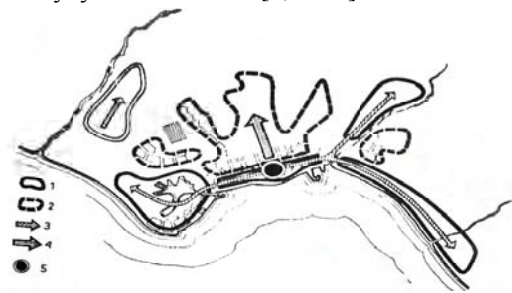


Рис. 1. Схема функционального зонирования территории Сухуми: 1 – курортные территории; 2 – жилые территории; 3 – направление развития курортных районов; 4 – направление развития жилых районов; 5 – центр города. Автор: Ионов И.И., 1979 г.

В сложившейся центральной части города имеются хорошие пляжи. Но капитальная застройка в прибрежной зоне существенно затрудняет ее реконструкцию. Таким образом, в этой части возможно разместить лишь отдельные курортные санатории и общественные здания.

На рисунке 2 изображена схема рекомендованного функционального зонирования города Сухуми. Подобный анализ Сухуми в расширенных границах помогает определить будущее градостроительное развитие курорта как столицы республики и крупного центра курортного района. Авторами ТЭО генерального плана Сухуми стали архитекторы З. Аршба, И. Ионов, А. Суюнкова, Г. Гузова, В. Матвеев, Г. Мерабишвили и др.

Зонирования крупнейших приморских курортов Южного берега Крыма. В результате исследования выявлена тенденция уплотнения застройки в курортной зоне и резкое сокращение площади зелёных насаждений.



Рис. 2. Схемы функционального зонирования г. Алушты и г. Ялты.

В таблице 1 отражено состояние пляжей зарубежных приморских курортов, а также представлены экономические показатели курортов, за счет которых живет местное население.

Награждение пляжа Голубым Флагом ЕС говорит о том, что пляж соответствует высшим нормам по благоустройству, состоянию экологии, санитарным нормам и прочее.

Результаты исследования

Таблица 1

Характеристики зарубежных курортов средиземноморского климата

Курорт	Состояние пляжей	Экономика города
Канны (Канн)	Награждены Голубым Флагом ЕС	Кинематографический фестиваль; туризм
Рио-де-Жанейро	Отличное: пляжи большие по площади; оборудованы для отдыха и спорта	Бразильский карнавал; туризм; промышленное производство; Город - финансовый и научных центр.
Анталья	Хорошее: соответствуют нормам площади и экологии; пляжи оборудованы для отдыха	Развиты туризм и рекреация; сельская и торговая сферы; продажа курортной недвижимости
Княжество Монако	Хорошее: соответствуют нормам чистоты; пляжи оборудованы	Туризм, игорный бизнес, чемпионат формулы 1; цирковой и телевизионный фестивали
Лимасол	Награждены Голубым Флагом ЕС	Развиты туризм и рекреация; культурная, экономическая и финансовая сферы

В сборнике научных трудов «Проблемы и перспективы развития района Большая Ялта» [3, с. 12] рассмотрены особенности планировки и проектирования рекреационных зон на современном этапе, а также проблемы градостроительного развития приморских курортов, их планировочной организации, реконструкции районов малоэтажной жилой застройки, рационального использования и функциональной организации пляжей. Отсюда выявлена проблема регулирования потоков не организованно отдыхающих.

Главной градостроительной проблемой крымских курортов является хаотичная застройка. Одним из проверенных мировым опытом (США, Канада, Австралия, Новой Зеландии, Индии и др.) приемом является так называемая модель самоуправления. Она предполагает высокую степень автономии местных органов власти, благодаря чему не возможно законно построить что-либо без общественных слушаний. Несмотря на то, что в РФ с 2009 г. в Градостроительном кодексе общественные слушания стали обязательной процедурой, пока это не решило проблему хаотичной застройки.

Принцип градостроительного развития (ПГР) – это план (стратегия) развития территории, который определяет конечное (наиболее рациональное) функциональное назначение, а также ключевые ориентиры перспективного градостроительного развития определенной территории. ПГР несет в себе информацию по архитектурным, инфра-структурным, транспортным и коммуникационным вопросам, эскизную визуализацию застройки и, кроме того, подтверждение экономической целесообразности

финансовых и инвестиционных вложений в территорию, учитывая её дальнейшее развитие.

Принципы развития прибрежных территорий приморских курортов ранее были рассмотрены в статье Сидоровой В.В. [6].

Основными приоритетными тенденциями развития большинства приморских курортов являются: круглогодичность, борьба за конкурентоспособность туристско-рекреационной сферы, экономическое развитие и повышение качества туристических услуг местными жителями.

В результате анализа зарубежных концепций градостроительной организации приморских курортов были выведены основные принципы и тенденции, влияющие на градостроительное развитие приморских курортов:

- Комплексность, которая включает все стороны планировки: эстетическую, социальную, экологическую, техническую, а также экономическую.

- Функциональность, то есть взаимовязанное размещение функциональных зон курортов.

- Создание общественного центра, который выступает в качестве важного градостроительного и архитектурного компонента.

- Развитие сети культурно-бытовых учреждений, удовлетворяющие все современные потребности рекреантов.

- Своевременная реконструкция и благоустройство рекреационных территорий, целью которых является создание комфортных условий отдыха и оздоровления, с учетом всех санитарно-гигиенических требований.

- Стремление к максимальной взаимовязанности сформировавшегося жилого

санаторно-курортного фонда с уникальными ландшафтно-природными условиями.

- Принцип эффективного использования земель населенного пункта.

- Учет возможности последующего преобразования курортов в агломерации.

Выводы

В результате проанализированного отечественного и зарубежного опыта, дано определение термину «принцип градостроительного развития». Определена необходимость в разработке рекомендаций по градостроительному развитию приморских курортов, что обуславливается рядом сложившихся проблем (в функциональном зонировании; транспортно-пешеходной и архитектурно-планировочной структурах курортов).

Выявлены общие проблемы для зарубежных и отечественных приморских курортов. При этом отмечено, что в отечественных приморских курортах количество не организовано отдыхающих больше, а уровень жизни и обслуживания гораздо ниже, нежели в зарубежных прибрежных городах.

Для реального улучшения градостроительной ситуации курортов теоретические принципы должны быть подкреплены нормативно-законодательной базой, а комплексное развитие курортных территорий должно осуществляться строго в соответствии с принятыми стратегиями и генеральными планами. Однако для воплощения в жизнь лучшей ситуации, необходимо понимание местного населения и чиновников этих,

простых на первый взгляд, истин; переход от потребительского отношения к природным дарам Крыма к более бережному и сознательному.

Список литературы

1. Ионов, И.И. Градостроительные проблемы черноморских курортов / И.И. Ионов. – М. : Стройиздат, 1979. – 236 с.

2. Безруков, Ю.Ф. Рекреационные ресурсы и курортология : учеб. пособие / Ю.Ф. Безруков. – Симферополь, 1998. – 105 с.

3. Проблемы и перспективы развития района Большая Ялта: сборник научных трудов, г. Киев Госкомархитектуры, 1989. – 90 с.

4. Чернов П. Глас народа. Мировой опыт регулирования градостроительной деятельности // Московская перспектива, 19.09.2009 [Электронный ресурс]: Режим доступа к статье http://www.archi.ru/events/news/news_current_press.html?nid=19249&fl=1&sl=1

5. Обзор мирового опыта по управлению прибрежными территориями / Сидорова В.В. // Містобудування та територіальне планування: Науч.-техн. сборник. – К.: КНУБА.- 2011. – Вып.42 – С. 309 - 315.

6. Основные принципы развития прибрежных территорий приморских курортов / Сидорова В.В. // Ключевые вопросы в современной науке - 2013: Материалы 9-й международной науч.-практич. конф., г.София, 17-25 апреля 2013 г.: тезисы докл. – София, 2013. - Том 37 - С. 9 - 10.

WORLD EXPERIENCE IN URBAN DEVELOPMENT SEASIDE RESORTS

Summary. The article analyzes domestic and foreign experience of the emergence of seaside resorts, the identified architectural and planning principles of zoning, the principles of urban development.

Key words: principles of urban development; zoning; seaside resorts.

УДК 711.4

ОБЗОР МИРОВОГО ОПЫТА ПО ФОРМИРОВАНИЮ И РАЗВИТИЮ ТЕХНОПАРКОВ И ТЕХНОПОЛИСОВ

С.Ю. Ракша¹, В.В. Сидорова²¹ магистрант группы ГС-241, кафедра Градостроительства, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», Академия строительства и Архитектуры² кандидат архитектуры, доцент кафедры Градостроительства, Академия строительства и Архитектуры, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»

Адрес: г. Симферополь, ул. Киевская, 181

¹ E-mail: svetik_raksha@mail.ru ; ² E-mail: nucikBBC@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются этапы возникновения зарубежных и отечественных технопарков и технополисов, этапы формирования функциональной структуры технополисов, а также подобраны и описаны примеры наиболее знаменитых технополисов мира.

Ключевые слова: технополис, технопарк, наукоград, технологии.

Введение

В XXI веке страны мира стремятся к созданию новых технологий, от бытовой техники и роботов до создания технологий освоения космоса. Для реализации таких технологий требуется комфортная среда, с особыми условиями для работы. Название такой «среды» - технологический парк или технополис. Технопарк – это территория, которая объединяет науку и производство высоких технологий с предоставлением комфортных условия для продуктивной работы. Начиная с 1950-х годов технопарки охватили практически все развитые и развивающиеся страны. На данный момент в мире насчитывается более 600 технопарков. В России в 2000 году была проведена аккредитация, которую прошли около 30 технопарков из 80. И только чуть больше 10 технопарков отвечали международным стандартам. Лишь рационально спроектированные и построенные технопарки ведут к росту новых технологий и отраслей производства.

Основная часть

XXI век характеризуется переходом общества на новый уровень развития. Конкурентоспособность любой страны зависит от информационного и инновационного прогресса технологий. Для активного роста таких технологий создают базы с профильным направлением, например, информационно-технологические образования.

В 50-е годы XX века в США в штате Калифорния был создан первый и крупнейший технополис «Кремниевая долина» (Silicon Valley). Кремниевая долина приобрела такое название в связи с предприятиями выпускающие микропроцессоры, в основе которых содержатся кремниевые кристаллы (silicon.от англ. – кремний). Позже возникли аналогичные названию Silicon Valley центры компьютерного производства «Силиконовые горы» (США, штат Колорадо),

«Силиконовая равнина» (США, штат Техас) и др. (Рис.1).



Рис.1. Карта-схема размещения «Силиконовых долин» в США

Источник: <http://archvestnik.ru/node/3037>

«Кремниевая долина» стала символом мирового научно-технического прогресса, одной из мировых столиц микроэлектроники, цитаделью компьютерной революции, прикладных исследований и колоссальных источников прибыли. Удалось создать симбиоз университетской науки (элитарного Стэнфордского университета) и фирм, производящих электронную и авиакосмическую продукцию. Это мир сосредоточия умов и капиталов, бизнесменов и программистов, где создаются компьютерные технологии будущего [2].

На основе данных книги В.П. Макасовского «Географическая картина мира» [3], были проанализированы технополисы в Японии.

Первым японским технополисом был Цукубе, «Научный город», основанный в 1970-х годах. Он включает в себя два университета, лаборатории, научные центры, космический центр, библиотеку, музей науки, ботанический сад.

Технополисы создавали при университетских городах (например, Акита, Уцуномия, Нага-ока, Хакодате и др.) Названия соответствовали городу (Рис. 2).

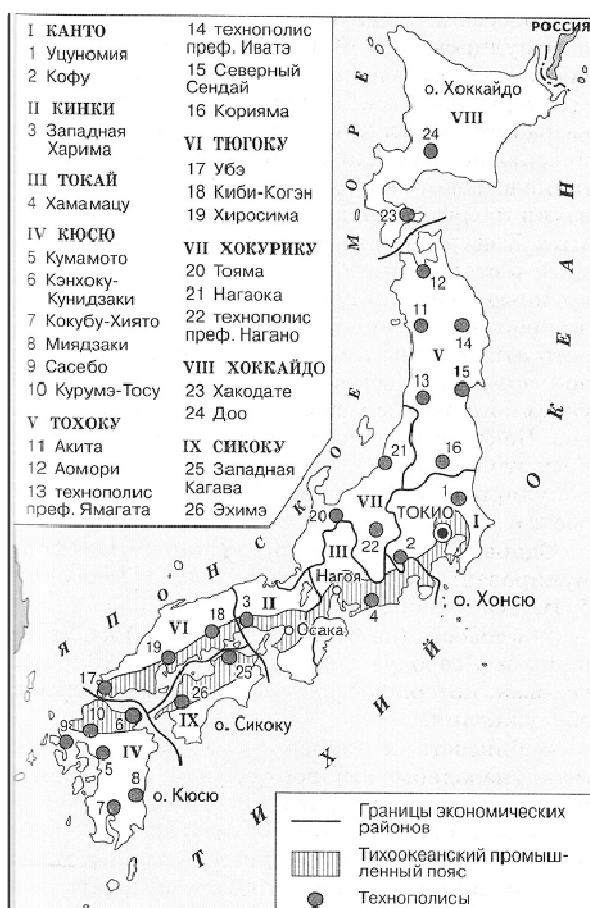


Рис.2. Карта размещения технополисов в Японии (по Ш. Тацуно)

Источник:<http://vmeste.opredelim.com/docs/27300/index-31546>

Критерии размещения технополисов в Японии: близость к аэропорту; наличие базового университета; сбалансированный набор промышленных зон, научно-исследовательских институтов и жилых кварталов; усовершенствованная информационная сеть; благоприятные условия для жизни [3].

Технополисы возникли и в Евразии: «Левен» в Бельгии; «София-Антиполис» и «Гренобль» во Франции; «Силикон Глен» в Шотландии; «Милтон Кейнс» и «Кембридж» в Англии; «Чжунгуаньцунь» в Китае.

В Бельгии в г. Левен расположен университет Левен-ла-Нев. Это научный город с жилыми кварталами, театрами, магазинами и 200 исследовательскими офисами компаний, которые работают в сфере высоких технологий. Архитектура технополиса напоминает сад древнегреческих философов — все утопает в зелени.

В Китае в г. Пекин был создан технологический, научный центр «Чжунгуаньцунь». Специализация - информационные технологии. Наличие минимума зеленых зон, так как китайские гении лучше работают без отвлекающих факторов (Рис. 3) [4].



Рис. 3. Китай, Чжунгуаньцунь

Источник:<http://www.novate.ru/blogs/020914/27557/>

В Дубаи разрабатывают проект технопарка «Планета Земля». В здании, названном автором «Техносфера», должны находиться офисы, гостиничные номера и сады (Рис. 4).



Рис. 4. Дубаи. «Планета Земля»

Источник:<http://www.novate.ru/blogs/301009/13313/>

Причина популярности во многих странах мира идеи технополисов заключается в том, что технополисы представляют собой перспективную форму взаимодействия науки и производства. Опыт зарубежных стран показывает высокий эффект от создания информационно - технологических кластеров.

История развития технополисов в России берет начало с конца 1950-х начала 1960- х гг., когда были созданы научные центры, более известные как наукограды и академгородки. Первым из них стал Сибирский академгородок. Его функции состояли в проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) и доведении их до промышленной стадии. В 1990 г. была утверждена на 5 лет программа «Технопарки России».

Неопределенный статус закрытых административно-территориальных образований (ЗАО) с 1991 года привел к созданию наукоградов. Первым российским наукоградом, в 2000 году, стал «Обнинск» по разработке в области мирного атома.

Отечественные «Силиконовые долины» целесообразно размещать в зонах интенсивного экономического развития вдоль четырех генеральных осей: Центрально-Сибирской, Центрально-Балтийской, Поволжской и Дальневосточной, опираясь на Генеральную схему расселения на территории РФ. Эти оси могут выполнить роль ориентиров, способных направлять развитие прогрессивных отраслей науки, высшего образования и высокотехнологичного промышленного производства (Рис.5) [5].



Рис.5. Карта-схема размещения «Силиконовых долин» в США

Источник: <http://archvestnik.ru/node/3037>

Ниже рассмотрим несколько наиболее интересных проектов современных наукоградов (технополисов) в России.

В Подмоскowie строится ультрасовременный научно - технологический комплекс по разработке новых технологий, под названием «Сколково». Первый в постсоветское время в России строящийся «с нуля» наукоград (Рис.6).



Рис. 6. Школа наукограда «Сколково»

Источник:

<http://www.masterstudies.es/universidades/Rusia/SKOLKOVO>

В Казани к 2015 году построили наукоград и город-спутник Иннополис для развития ИТ- и других технологий. Наукоград рассчитан на 155 тысяч жителей. В нем создана уникальная городская среда с современной жилой инфраструктурой, экологией, широкими возможностями для образования и профессионального развития (Рис. 7).



Рис. 7. Проект наукограда «Иннополис», г.

Казань

Источник: <http://www.pso-kazan.ru/obekty/stroyashchiesya-obekty/88>

Под Казанью построят еще один город-спутник. «СМАРТ Сити Казань» — это инфраструктурный проект Республики Татарстан по созданию новой инвестиционной площадки для развития международного и российского бизнеса, научно-образовательной и деловой активностей. Город расположится недалеко от аэропорта «Казань». Три основных блока проекта - это выставочный комплекс и конгресс-холлы, бизнес-центр и центры НИОКР. Далее должны появиться образовательный центр, спортивные проекты, объекты здравоохранения, торговая и жилая зоны (Рис. 8) [6].



Рис.8. Проект Smart City, г. Казань

Источник: <http://kazansmartcity.com/ru/>

Результаты исследования

К информационно-технологическим образованиям относят технополисы и технопарки. В результате исследования авторами предложены обобщенные определения нижеследующих терминов.

Технопарк представляет собой территориальный комплекс, в котором создается благоприятную архитектурную среду и комфортные современные условия для развития малого и среднего бизнеса.

Технополис - «научный» городок, территория которого обычно включает технопарк, университеты, научно-исследовательские центры, а также жилые районы с благоустроенной инфраструктурой. Цель такого градостроительного образования состоит в объединении всех информационных систем на одной территории для развития науки.

В результате анализа мирового опыта по формированию технополисов, а также на основе диссертационного исследования Лилуевой О. В. [1],

составлена таблица 1 по этапам развития технополисов.

Таблица 1.
Этапы развития технополисов в мире

I этап (XIX – начало XX века)	II этап (середина XX века: 1940-1960-е)	III этап (со второй половины XX века – по настоящее время)
Начался под влиянием первой промышленной революции (НТР), характеризуется началом взаимодействия науки и производства.	США – 1920-1940-е гг., Европа – 1950-1960-е гг., в Россия – 1940-1980-е гг.. Начался под влиянием НТР, характеризуется установлением равного значения научной и производственной функции.	США – с 1950-х гг., Европа – с 1970-х гг., Россия – с 1990-х гг. Иницирован второй стадией НТР, переходом на информационный этап развития общества.

В ходе изучения развития типологии технопарков по мере их распространения в мире, выявлены этапы формирования их функциональной структуры, кратко охарактеризованы модели функциональной структуры технополисов (Таблица 2).

Таблица 2.
Этапы формирования функциональной структуры технополисов

Модели функциональной структуры технополисов	Описание
Американская модель (1950-е гг.)	Формирование инновационных предприятий-арендаторов и сервисных фирм. Низкоэффективная структура. Например, «Силиконовая долина» (США, Калифорния).
Европейская модель (1970-1980 - е гг.)	Ядром главного здания является инкубатор бизнеса, который способствует формированию новых инновационных предприятий. Большинство технопарков создают по европейской модели.
Японская модель (1980 - е гг.)	Представляет собой структуру на базе одного или нескольких городов, включает в себя технопарки, инкубаторы бизнеса, университеты, жилые застройки. Например, «Силиконовый» остров (Япония, о. Кюсю).
Смешанная модель	Объединяет японскую и американскую модели. Например, научные парки Франции, крупнейший из них - «София Антиполис».
Российская модель (1990-2000-е годы)	Отраслевые и академические институты (в первую очередь оборонного профиля), предприятия ВПК, частично коммерческие структуры и университеты. Например, «Российская кремниевая долина» (Россия, г. Зеленоград)

Заключение

В результате исследования была проанализирована эволюция зарубежных и отечественных технополисов, наукоградов. Установлены основные этапы их развития: возникновения (XIX в.- начало XX в.), становления (середина XX века: 1940-1960-е) и развития (вторая половина XX в. (с 1970-х) – начало XXI в.) технополисов, а также этап возникновения Российской модели технополисов – наукоградов (1960-е годы). Были изучены и показаны схемами модели технопарков. Выявлено, что наиболее распространенной и используемой моделью для технопарков является Европейская структура.

Рассмотрены примеры зарубежных технополисов различных стран мира. Технополисы США, Европы, Китая и других стран очень развиты в научно-исследовательских, экономических, информационно-технологических и прочих сферах. Создание технополисов за рубежом можно рассматривать как один из грандиознейших социальных экспериментов XX века.

Также, проанализированы примеры отечественных наукоградов и современных технополисов России. В СССР наука получила значительное развитие. Были созданы научные центры на Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке, в городах-столицах союзных и автономных республик. Создание инноградов «Сколково» в Москве (2010 г.), «Иннополис» в Татарстане (2012 г.), «СМАРТ сити» в Казани (2015 г.), должно стать благоприятным импульсом для дальнейшего развития процесса создания инноградов в России.

Строительство подобных грандиозных объектов должно быть экономически обосновано. Следует отметить, что для выбора наиболее рационального проектного решения важно опираться на результаты комплексного анализа как положительных, так и отрицательных мировых примеров реализации технопарков и технополисов. Важно, чтобы планировочная структура технополисов и наукоградов максимально удовлетворяла как бытовые, так и научно-деловые потребности людей, которые будут в них жить и работать.

Литература

1. Лилуева О. В. Архитектурное формирование технопарков на базе наукоградов: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. архитек. (05.23.21) / Нижний Новгород, 2011 г.
2. Геоэкономический словарь-справочник. — Одесса: ИПРЭИ НАНУ. В. А. Дергачев. 2004.
3. Максаковский, В. П. Географическая картина мира. Книга II. Региональная характеристика мира. Японские технополисы/ В. П. Максаковский. - 4-е изд. - М.: Дрофа, 2008. - 495с.
4. Шесть технополисов мира [Электронный ресурс]// Туризм. - Электрон. дан. - 2015. - URL:

http://vibirai.ru/articles/shest_tehnpolisov_mira-1520038_(дата обращения: 07. 12. 2016).

5. Российские «силиконовые долины»: размещение, планировка, архитектура [Электронный ресурс]// многопредмет. науч. журн./ Архитектурный вестник – Электрон. журн.- 2008. -

URL: <http://archvestnik.ru/node/3037>_(дата обращения: 07. 12. 2016).

6. Смарт Сити Казань [Электронный ресурс]// Казань. - Электрон. дан. - 2012. - URL: <http://kazansmartcity.com/ru/>_(дата обращения: 07. 12. 2016).

Raksha S. Y., Sidorova V. V.

A REVIEW OF INTERNATIONAL EXPERIENCE IN THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF TECHNOPARKS AND TECHNOPOLISES

Abstract. This article discusses the stages of the emergence of foreign and Russian technoparks and technopolises, stages of formation of the functional structure of science, as well as selected and described examples of the most famous science parks in the world.

Keywords: technopolis, technopark, science city, technologies.

УДК 721.001

ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОГО РЕЛЬЕФА

Шурыгина Ю.В.

Академия строительства и Архитектуры, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»

Адрес: г. Симферополь, ул. Киевская, 181

e-mail: j.schurigina2015@yandex.ru

Аннотация. В статье предложена разработанная типология объемно-планировочных решений жилых зданий в зависимости от способа компоновки относительно склона для территорий со сложным рельефом. Предлагаемая типология включает в себя восемь типов жилых зданий, формируемых в соответствии с особенностями той или иной формы естественного рельефа на участке строительства. Разработка и развитие данной типологии нацелена на оптимизацию методики архитектурного проектирования жилых зданий для сложного рельефа и формирование сбора исходных данных по застраиваемой территории. Статья предназначена для архитекторов, строителей.

Ключевые слова: архитектура жилых зданий, рельеф, ландшафт, типология.

Введение

В современном мире все больше внимания уделяется вопросам рационального использования земель с учетом максимального сохранения их естественной природной уникальности. Особую актуальность данная тема приобретает в городской среде. Степень деградации включенных в городскую территорию природных ресурсов растет прямо пропорционально интенсивному развитию городов. Такими природными ресурсами являются территории со сложным, выразительным рельефом, которые часто могут обладать не только высокими рекреационными и эстетическими качествами, но и культурно-исторической значимостью. Естественный рельеф формирует, задает планировку и характер города. Однако сегодня проблема его эффективного использования все чаще остаётся без должного внимания.

Исторически сложилось так, что строительство городов начиналось с возведения жилья, место под которое чаще всего выбиралось в наиболее благоприятных природных условиях: в долинах рек, среди укрытых от сильных ветров холмов и зачастую вблизи от источников необходимых ресурсов. Все это естественным образом способствовало интенсивному росту и развитию поселений. Природный рельеф и естественное окружение – это зачастую исходные условия, отправные точки для создания того или иного проекта здания или сооружения. Именно они должны занимать основное положение при формировании объемно-планировочного решения архитектурного объекта, который в своем законченном виде будет продолжать композицию естественной природной среды. Проектируя, архитектор должен заботиться об органичном включении объекта в природное окружение и вести творческий поиск, направленный на обеспечение индивидуальности и эстетической выразительности жилой застройки с использованием уникальных

свойств рельефа. Особенности сложного рельефа заставляют искать каждый раз новое, наиболее соответствующее конкретной ситуации решение.

Предметом исследования является архитек-турно-планировочные решения жилой застройки в условиях сложного рельефа Южного Берега Крыма.

Объект исследования. Жилая застройка в условиях сложного рельефа.

Цель и постановка задач исследований

Цели исследования. Разработать принципы архитектурно –планировочной организации, позволяющие сформировать комфортную пространственную среду жилых районов, расположенных на сложном рельефе, методами проектирования с применением инженерных технологий и ландшафтного дизайна.

Задачи исследования:

- проанализировать региональную специфику ЮБК влияющую на формирование жилой застройки расположенной на сложном рельефе
- исследовать архитектурные решения жилой застройки
- проанализировать современное состояние жилой застройки ЮБК
- разработать рекомендации по проектированию архитектурно – планировочной организации жилой застройки на сложном рельефе
- разработать проектные предложения архитектурной концепции будущих зданий и комплекса в целом (микрорайона)

Актуальность исследования .Рекомендации по организации жилой застройки на сложном рельефе Южного побережья Крыма и юга России со схожими природно-климатическими условиями отсутствуют.Учитывая вышеизложенное, тема данного диссертационного исследования является актуальной в наше время.

Научная новизна исследования состоит в разработке принципов и рекомендаций по формированию архитектурно-планировочной структуры жилой застройки на сложном рельефе для Южного Берега Крыма.

ТИПОЛОГИЯ ЗАСТРОЙКИ В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОГО РЕЛЬЕФА.

Развитие существующих населенных мест и возникновение новых происходит в районах, кардинально отличающихся по условиям рельефа – от равнинных до горных. Типология жилья по способу компоновки относительно склона в наибольшей степени отражает влияние рельефа на тип жилого дома, дает возможность упорядочить большое разнообразие жилья в данной области. Для использования предлагаемой типологии на практике необходимо выделить характерные для каждого типа дома особенности, которые в наибольшей степени влияют на объемно-планировочное решение здания в зависимости от способа компоновки относительно склона. Типы домов рассмотрены относительно следующих критериев оценки:

- гармоничность сочетания с природным рельефом.
- целостность восприятия объема здания в контексте естественного рельефа;
- подчинение объема формам рельефа;
- органичное включение архитектурного объекта в окружающую среду.
- сохранение природной территории.
- минимальное использование природной территории, которую занимает дом.
- устойчивость к воздействию окружающей среды.
- способность противостоять воздействию окружающей среды.
- универсальность размещения на сложном рельефе.
- возможность использования одного типа дома при разных формах сложного рельефа
- обзорность.
- возможность созерцать окружающее наружное пространство внутри здания, а также воспринимать его с уровня земли.

Статьей рассмотрены несколько различных типов жилых зданий для территорий со сложным рельефом, без указания конкретных архитектурно-композиционных решений.



Рис.1,2. Заглубленный дом.

Источник

фото: <http://mainstro.ru/articles/stroi/build/proj/view>

Заглубленный дом лучше всего располагать на южных склонах с уклоном от 30 градусов. В этом случае на поверхность земли выходит только фасад, остальной объем располагается под землей. Таким

образом, мы получаем 100% свободной территории на участке. Позволяет использовать под застройку не пригодные для размещения надземных зданий территории. При использовании такого типа жилья достигается минимальное вмешательство в пейзаж. Обеспечивается хорошая теплоизоляция, экологичность и экономичность, часть функций ограждающей конструкции берет на себя земля, необходимо только обеспечить несущую способность конструкции дома.

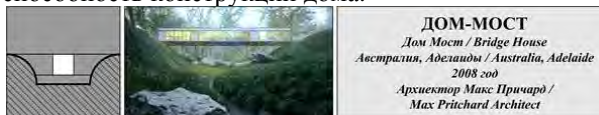


Рис. 3. Дом-мост.

Источник фото: <http://www.archdaily.com>

Дом-мост позволяет соединить несколько пространств, например, два берега, лог, овраг или два холма. Требуется поиска соответствующего места. Проектирование подобных зданий лучше всего начинать с поиска места для строительства.



Рис.4. Комбинированный.

Источник

фото: <http://www.plataformaarquitectura.cl/>

Комбинированные дома чаще всего применяют на склоне (этот тип жилья не сравнивается с остальными). В зависимости от условий проектирования комбинированные дома позволяют сочетать свойства разных типов жилья, вбирая в себя их лучшие качества и создавая многообразие архитектурно-планировочных комбинаций.



Рис.5. Подвесной дом. Источник

фото: <http://www.maxpritchardarchitect.com.au/>

Подвесной тип дома может использоваться на отвесных склонах, в местности с деревьями, которые можно использовать в качестве несущей конструкции постройки. Сложные и нестандартные конструктивные решения; требуется утепление всей ограждающей конструкции дома, что ведет к значительному удорожанию данного типа дома.



Рис.6. Дом на куриных ножках.

Источник: <http://www.plataformaarquitectura.cl/>

«Дом на куриных ножках» – максимально сохраняет природный покров места застройки. Он минимально соприкасается с землей, может успешно использоваться на северных склонах, на территориях с густой и высокой растительностью. Размещение возможно на любой территории, в том

числе на неблагоприятной для строительства. Сложные и нестандартные конструктивные решения; требуется утепление всей ограждающей конструкции дома, что ведет к значительному удорожанию данного типа дома.



Рис.7. Консольный дом

Источник: <http://www.plataformaarquitectura.cl/>

Консольный дом рекомендуется размещать в месте резкого перепада рельефа либо на верхней границе рельефа. В объеме дома формируются три пространства: над зданием, внутри здания, под зданием. Каждое из них можно использовать в качестве мест отдыха или стоянку для автомобиля и т. д. Также раскрывается эффектный вид из основной части дома. В экономическом плане сложные и нестандартные конструктивные решения ведут к значительному удорожанию данного типа дома.



Рис. 8. Дом фантом. Источник

фото: <http://www.plataformaarquitectura.cl/>

«Дом фантом» рекомендуется использовать на верхних границах сложного рельефа либо в буферных, переходных зонах для создания связи с городом, а также для формирования «второго плана», расширения природного рельефа. Позволяет компоновать крупные жилые комплексы, усиливать, выявлять рельеф, а также искусственно продолжать его.



Рис. 9. Заглубленный дом.

Источник: <http://freespiritspheres.com/>



Рис.10 Террасный комплекс «Омотейяма Истейт» в г. Нагоя, Япония.

Источник: <http://uniip.ru/juornal/arhiv/soderghanie>

Строительство террасных домов обеспечивает высокую плотность застройки с сохранением высокого уровня комфортности. Также при строительстве дома, возможно, компенсировать часть застраиваемой территории за счет террас.

Выводы

Рельеф наряду с другими природными ресурсами (водные пространства, реки, зеленые насаждения и др.) также является ценным достоянием общества. Вопросы приспособления рельефа для целей застройки неразрывно связаны с вопросами охраны окружающей среды и природных ресурсов. Одним из важнейших принципов, которым следует руководствоваться при высотной организации застраиваемой территории, является максимальное сохранение существующего рельефа, почвенного покрова, растительности, естественных форм поверхности, играющих значительную роль в формировании урбанизированного ландшафта. Изменения, внесенные в рельеф, не должны способствовать активизации нежелательных эрозионных, гидрогеологических и гидрологических процессов не только на спланированной, но и на смежных с ней территориях.

Описанные основные принципы размещения застройки в неудобьях подчеркивают необходимость тщательного выбора типа зданий, с целью максимального использования существующего рельефа, а интенсивное использование городских территорий, вызывает необходимость поиска новых форм жилища. Большой опыт такого строительства накоплен за рубежом, где исчерпание свободных земель для строительства произошло гораздо раньше. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что террасный тип зданий наиболее оптимален при строительстве жилой застройки в условиях сложного рельефа. Данный тип строений позволяет застраивать участки с уклоном более 15% и сложными инженерно-геологическими условиями, где строительство многоэтажных зданий исключено. Не смотря на это, плотность жилого фонда не многим уступает постройкам с большим количеством этажей. Так же террасная застройка обеспечивает повышенный комфорт проживания, обусловленный наличием террасы – открытого летнего помещения для отдыха. Визуальная изоляция террас позволяет избежать боязни высоты независимо от количества ярусов в доме, и предоставляет прекрасный панорамный вид для каждой из квартир. В заключении можно отметить наличие большого разнообразия композиционных приемов и высоких экологических качеств террасной застройки, ее гармоничного взаимодействия с окружающим ландшафтом.

Литература

1. Дектерев, С. А. Архитектура жилища в условиях Урала / С. А. Дектерев. – Екатеринбург: Изд-во Уральского архитектурно-художественного ин-та, 1992. – 258 с.
2. Суворов, В.О. Типология жилья в условиях сложного рельефа по архитектурно-пространственной компоновке относительно склона / В.О. Суворов // Фундаментальные и прикладные

проблемы науки : Мат. VIII Междунар. симпоз. – Т. 7. – М., 2013.

3. Курбатов, Ю.И. Архитектурные формы и природный ландшафт: композиционные связи / Ю.И. Курбатов. – Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1988. – 76 с.

4. Калабин, А. В. Дом на рельефе / А. В. Калабин. – Екатеринбург: Вебстер, 2012. – 160 с.

5. Левина, Е. К. Архитектура в гармонии с природой / Е.К. Левина, Е.В. Кузьминых. – Красноярск: СФУ, 2011.

6. Леонтович В. В. Вертикальная планировка городских территорий: Учеб. пособие для студентов вузов по спец. «Городское строительство». – М.: Высш. шк., 1985. 119 с., ил

FEATURES OF ARCHITECTURAL-PLANNING ORGANIZATION OF RESIDENTIAL DEVELOPMENT IN COMPLEX TERRAIN

Summary. In the article the developed typology of space-planning decisions of residential buildings depending on the layout relative to the slope for areas with difficult terrain. The proposed typology consists of eight types of residential buildings formed in accordance with the characteristics of a particular form of the natural topography on the construction site. Design and development of this typology aims to improve the methodology of architectural design of residential buildings, complex terrain and the formation of the collection of baseline data on the area under construction. This article is intended for architects, builders.

Key words: architecture of residential buildings, topography, landscape typology.

УДК: 711.4-168 (045)

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ г. СИМФЕРОПОЛЯ.

Яковенко Н. Е.

Академия Строительства и Архитектуры

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»,

295000, г. Симферополь, ул. Киевская, 181,

natiknet2@mail.ru

Аннотация: Производственно-технологическая база и система расселения г. Симферополя, создана еще в период советской индустриализации. Эти зоны города основаны на устаревающих, стандартных технологиях, ориентированных на замкнутые локальные или стационарные рынки, и как следствие слабо развиваются в настоящее время. Поэтому концепцией предлагается внедрение новых подходов в развитии промышленности, жилой сферы, социальной инфраструктуры, транспортной инфраструктуры и других сфер пространственного развития.

Ключевые слова: пространственное развитие города, пространственная структура города, модель города, пространственная организация города

Введение.

Основываясь на природной пространственной структуре, город создает свою собственную – внешнюю и внутреннюю структуру. Город с первого своего дня появления изменяет естественный ландшафт, и вносит преобразования в его природную структуру.

Город имеет собственное физическое пространство, и активно влияет на окружающее географическое пространство, взаимодействуя с ним. Как физико-географическое пространство город приспосабливается к природным условиям: климату, рельефу, местности, растительности, строительным материалам. И тем самым создает свое пространство.

Пространственная структура города включает местоположение и взаиморасположение разнообразных городских элементов в пространстве, что определяет организацию процессов развития и функционирования города.

г. Симферополь- это город с большой историей, и эти исторические периоды оставили отпечаток на его пространственной структуре.

В настоящее время пространственная структура г. Симферополя требует переосмысления и корректировки. Существующая экономическая, культурная, социальная, политическая, юридическая, инженерная и экологическая ситуации требуют внесения изменений в сложившуюся систему с учетом стратегических задач управления городом. Поэтому вопрос пространственного развития города Симферополя актуален и сей час.

Анализ публикаций.

Пространственная организация города предусматривает развитие и взаимодействие на территории города различных процессов с корректировкой на постоянно происходящие изменения. В современных публикациях авторы выделяют необходимость ориентации развития рыночно ориентированной, демократической модели управления и развития города. Акцент на

увеличение количества секторов, увеличивающих возможностей индивидуального выбора, достижения компромиссов интересов сообщества и каждого в отдельности, усиление ответственности всех субъектов градостроительного процесса, повышение уровня его открытости, допуск к участию в принятии решений, тех, кого это решение касается. Для эффективного управления в рыночных условиях необходимо новое осмысление критериев качества пространственной организации, нежели те, которые используются сегодня в системе градостроительной деятельности.

В публикациях пространственная организация города рассматривается в историческом, культурологическом, инженерно-техническом и других аспектах. В сочетании с экономической, социальной, инженерной и экологической науками, теория пространственных структур формирует научную базу для выработки прогрессивных технологий управления и пространственной организации г. Симферополя.

Цель и постановка задач исследования.

Основной целью разработки стратегии пространственного развития Симферополя можно назвать:

-оптимизация пространственной структуры города для более эффективного использования имеющегося экономического потенциала, с целью создания наиболее благоприятных условий для жизнедеятельности населения. Результатом оптимизации пространственной структуры должен стать рост привлекательности и повышение конкурентоспособности территории и качества жизни населения.

В качестве задач оптимизации пространственного развития г. Симферополя могут стать:

- преодоление дисбаланса территорий и разрывов городского пространства;

- развитие и модернизация транспортной схемы города;
- эффективное сочетание размещения производства, системы расселения и рекреации. Формирование производственных зон, селитебных и рекреационных зон.

Основной материал.

Отвечающей этим требованиям может служить система пространственного развития города, включающая в себя инструменты повышения и гармонизации бизнес - активности территорий, умножения и качественного роста человеческого капитала, а также повышения качества их инфраструктурной обеспеченности.

Первый сегмент пространственного развития города - комплексное развитие транспортной инфраструктуры.

Прежде всего, в рамках этого направления должно быть предусмотрено развитие дорожной инфраструктуры, создание крупного мультимодального транспортного узла для повышения уровня транспортной связности, создание транспортно-пересадочных узлов. Это в свою очередь позволит:

- обеспечить сопряжения пассажиропотоков магистрального пригородного с магистральным и подвозящим внутригородским транспортом;
- повысить комфорт и скорость пассажирских перевозок;
- создаст основу для развития транспортного поведения в режиме «автомобиль – общественный транспорт» (за счет создания перехватывающих автомобильных парковок).

Второй сегмент – это повышение качества жилой среды. Для улучшения жилого сектора в городе и его доступности необходимо:

- стимулировать жилищного строительства, основанного на принятии правил по совершенствованию жилой среды,
- ограничение строительства, которое ведется с нарушением установленных градостроительных норм,
- для реализуемых инвестиционных проектов в сфере жилищного строительства, необходимо уделять внимание равномерному развитию социальной инфраструктуры.

Третий сегмент затрагивает важный сектор экономики города - это развитие промышленности и сельского хозяйства и повышение инвестиционной привлекательности городских территорий:

- анализируя сырьевую базу, интеллектуальный капитал, сложившиеся экономические связи Симферополя можно сделать вывод, что наиболее приоритетными отраслями могут стать пищевая, легкая промышленность и IT-сектор,
- направить усилие на создание современной промышленной инфраструктуры,
- развитие малого бизнеса может быть одним из базовых направлений развития.

- необходимо провести оптимизацию использования территории промышленных предприятий,

- провести реконструкцию сложившихся промышленных зон с сохранением производственной функции.

Четвертый сегмент – это развитие в Симферополе крупного научного центра Крыма на базе ФГАОУ ВО «Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского». Использование тесного сотрудничества и кооперации крупного образовательного центра - университета и производства. Развитие на базе университета производственной базы. Пространственное развитие территории должно интегрировать в себя инновационную и образовательную составляющие.

Пятый сегмент развития пространственной структуры Симферополя – это туристическая отрасль. Историко-культурное наследие Симферополя очень богато от времен палеолита, античных времен позднескифского государства Неаполь-Скифского, средневекового мусульманского поселения Ак-Мечеть, столицы Крымской губернии. И это должно учитываться в современной модели города. Необходимо разработать туристические маршруты, и тем самым сформировать уникальный туристический продукт, охватывающий культурно-исторический и природный потенциал города.

Огромный туристический потенциал Симферополя не используется, Симферополь рассматривается как административный, деловой, научный, культурный, экономический и промышленный центр, большой транспортный узел Крыма, представленный сетью железнодорожных магистралей, автомобильных дорог, в черте города расположен единственный в Крыму международный аэропорт.

В рамках концепции комплексного развития территорий города Симферополя, можно предложить сформировать в основных направлениях развития туристическое направление из конгрессного, делового, научного, познавательного туризма. Развитие туризма в сочетании с развитием инфраструктуры обслуживания туристов увеличивает экономический потенциал города.

Шестой сегмент планировочной структуры – это развитие рекреационных зон города. Восстановление зеленого каркаса города вдоль р. Салгир.

Формирование полноценного зеленого каркаса путем создания системы локальных (до масштаба двора) зеленых зон равномерно по всей территории города и за ее пределами, формирование новых рекреационных комплексов.

Вывод.

В рамках проведенного исследования, можно выделить следующие особенности

формирования концепции комплексного развития территорий города Симферополя:

- повышение инвестиционной привлекательности территорий (развитие современных промышленных кластеров, развитие технопарка и тд.),

- обеспечение рабочими местами в непромышленных секторах, за счет развития многофункциональных инвестиционных площадок в сферах логистики, торговли, бизнес-услуг, развлекательной недвижимости и туризма,

- развитие зеленого каркаса города.

Данные предложения способствуют в формировании комфортного, современного и компактного города, для достижения необходимых социально-экономических и финансовых показателей путем организации новых и развития существующих на территории города производств, университетов и инфраструктурных объектов.

Список литературы.

1. Алексеев Ю.В. Градостроительное планирование поселений [Текст]: Серия учебников в

5-ти томах / Ю.В. Алексеев - Москва: Изд-во АСВ, 2003. - 336 с. -5т.

2. Высоковский А. А. Визуальные образы городской среды [Текст] / А. А. Высоковский. – М.: Локус Станди, 2008. – 236с.: ил.

3. Каганов Г.З. Формирование городской среды (вопросы теории) [Текст] / Г.З. Каганов- М.: ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре, 1987.

4. О'Салливан А. Экономика города [Текст] /4-е изд.// А. О'Салливан - М.: ИНФРА-М, 2002. - 706 с.

5. Дубовик М.В. Проблемы формирования системы пространственного развития в РФ [Текст]/ Альманах современной науки и образования // М.В. Дубовик - Тамбов: Грамота, 2009. № 3. С. 55-60. ISSN 1993-5552.

6. Сегединов А.А. Проблемы экономики развития инфраструктуры городов [Текст]: к самостоятельной работе / А.А. Сегединов. - М.: Стройиздат, 1987. - 216 с. : ил, табл.

7. Градостроительное развитие крупнейших городов [Текст] / В.Л. Антонов. - Симферополь: Минархстройполитики АРК, 2005. - 643 с.

Yakovenko N.E.

FEATURES OF THE SPATIAL STRUCTURE OF SIMFEROPOL.

Abstract: The Production and technological base of the system of settlement of Simferopol, created in the period of Soviet industrialization. These zones of the city based on old and standard technologies, focused on a closed local or stationary markets, and as a consequence poorly developed at present. So the concept is to introduce new approaches in the development of industry, residential sector, social infrastructure, transport infrastructure and other spheres of spatial development.

Keywords: spatial development city spatial structure of the city, the city model, the spatial organization of the city

Раздел 2. Строительные науки

УДК 621.791.01

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СВАРКИ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Бурова И.В., Бородачева Т.И., Корохов В.Г.

Академия строительства и архитектуры

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»,

Адрес: г. Симферополь, ул. Киевская181.

Аннотация. Потребление электроэнергии, количество применяемых сварочных электродов и производительность сварки зависят от технико-эксплуатационных показателей электродов - их коэффициентов наплавки, потерь, стабильности горения дуги. Рассмотрены результаты экспериментальных исследований и статистического анализа с уточнением характеристик наиболее часто используемых электродов марок АНО-21, Монолит РЦ и МР -3. Анализом выборочных средних показателей каждой из групп испытанных электродов выделены наиболее значимые сочетания технико-экономических показателей, которые позволяют уменьшить потери электроэнергии и электродного материала, позволяют повысить достоверность проектных расчетов по материальным и энергетическим расходам.

Ключевые слова: оптимизация, энергопотребление, анализ, минимизация, сварка, электрод, дуга, эффективность, наплавка, потери, производительность.

Введение

Эффективность сварочных работ при монтаже трубопроводов и металлических строительных конструкций во многом зависит от таких требований, предъявляемых к процессу ручной электродуговой сварки электродами с качественным покрытием, как минимальный расход электроэнергии и электродов при достаточно высокой производительности наплавки шва, его бездефектности, гарантирующей надежность соединения. Это в значительной мере обеспечивается технико-эксплуатационными показателями электродов [6], [3], к основным из которых относятся коэффициенты расплавления и наплавки электродного металла, коэффициент его потерь при выгорании в дуге и разбрызгивании [4], [8], [13], обрывная длина дуги и ее стабильность. Наиболее широко применяемые электроды АНО-21, Монолит РЦ, МР-3, существенно различаются своими технико-эксплуатационными характеристиками. Поэтому сложно выделить электрод, который бы в наибольшей мере одновременно соответствовал перечисленным требованиям. В связи с этим, определилась необходимость в проведении экспериментально – статистического анализа электродов указанных марок для уточнения значений их эксплуатационных показателей и их рекомендуемого оптимального сочетания.

Установлено [13], что каждая марка электрода обладает различным сочетанием и уровнем свойств, обеспечивающих указанные эксплуатационные требования. Каждый компонент покрытия, может выполнять одну или несколько функций в процессе сварки. Но один и тот же компонент, в различных комбинациях состава покрытий, проявляет различающиеся свойства.

Анализ публикаций

Как известно [16], электродуговая сварка, выполняемая вручную, осуществляется электродами, на поверхность которых нанесено покрытие из смеси неметаллических компонентов и оксидов металлов. Покрытие электродов многофункционально. От состава покрытия зависят названные показатели и эффективность сварки. Составы покрытий электродов разных марок, рекомендуемых для сварки углеродистых сталей, существенно различаются между собой [17],[18], [19].

Электрод марки МР – 3 с рутиловым покрытием предназначен для сварки горизонтальных и вертикальных швов сталей марок Ст.3, Сталь 10, Сталь 20. Коэффициент потерь металла $K_n=10\%$. Сведения о коэффициенте наплавки и устойчивости горения дуги – не приводятся [18].

Электрод марки АНО – 21 предназначен для сварки сталей тех же марок, но малых толщин [17]. Значения коэффициентов наплавки и потерь - не приводятся.

Электрод марки Монолит РЦ предназначен для сварки указанных сталей [19], горение дуги стабильное при малом разбрызгивании металла. Коэффициент потерь не приводится.

Ограниченность в научно-технических публикациях [13], [17], [18], [19], [12] требуемых сведений об эксплуатационных показателях указанных марок электродов, определила необходимость проведения экспериментальных исследований.

Цель и постановка задачи

Целью настоящей работы является экспериментальное изучение технико-эксплуатационных показателей электродов марок АНО-21, Монолит РЦ, МР-3 для рекомендации оптимальных энергетических, расходных и технологических показателей сварки, на основе статистического анализа результатов выполненных экспериментов.

Методика исследования

Исследования электродов проводились на опытной сварочной установке и сваркой вручную, при этом поставлены такие задачи:

Экспериментально определить коэффициенты расплавления, наплавки и потерь, а так же устойчивость горения дуги по ее обрывной длине и продолжительности горения до угасания.

Выполнить статистический анализ для оценки значимости результатов ограниченных экспериментальных выборок с учетом той неопределенности, которая неизбежна при небольшом числе поставленных опытов [11], чтобы распространить результаты опытов на всю генеральную совокупность, а так же, для определения значимости различий между технико-эксплуатационными показателями выборок, характеризующих сравниваемые электроды.

Сопоставить значения коэффициентов, полученных на экспериментальной установке и при сварке вручную.

Определить оптимальную совокупность технико-эксплуатационных показателей испытанных электродов для рекомендации к применению тех из них, которые обеспечивают минимальный расход электроэнергии и сварочных материалов при необходимой производительности и высоком качестве сварки.

Экспериментальная установка включает в себя основание с винтовой передачей для перемещения электрододержателя и фиксирования начального зазора между концом электрода и свариваемой пластиной. Для определения обрывной длины дуги и коэффициентов расплавления, наплавки и потерь, на установке закреплялись неподвижно по одному электроду и пластине. Дуга обрывалась при образовании большого зазора между пластиной и расплавляющимся электродом. Продолжительность ее горения измерялась секундомером, а обрывная длина - с помощью штангенциркуля и измерительного клина, который вкладывали между наплавленным металлом и электродом.

Для определении тех же коэффициентов, приближенных к реальным условиям сварки – при оптимальной длине дуги, наплавка металла на пластину осуществлялась ручной электросваркой теми же электродами. Количество расплавленного металла электрода определялось измерением его длины до и после сварки, количество металла, наплавленного на каждую пластину, определялось - их взвешиванием до и после сварки.

Результаты измерений, зафиксированных в протоколах опытов, представлены ниже для статистической обработки и анализа [11],[21],[7]. Испытывались электроды марок АНО-21, Монолит РЦ, МР-3, диаметр электродов – 3мм, сила сварочного тока – 150 ампер, число дублирующих опытов $n=9$, вес расплавленного металла в каждом из опытов составлял от 1,23г до 2,04г; вес наплавленного металла - от 1,10 г до 1,57 г, продолжительность сварок в опыте от 6 сек. до 9,8 сек. Суммарная продолжительность сварок (для указанных электродов) соответственно, сек. 63,7; 78,1; 63,5; коэффициенты расплавления, соответственно, г/А*ч: 4,98; 4,52; 5,37; коэффициенты наплавки, г/А*ч: 3,78; 3,58; 3,87; коэффициенты потерь, %: 24,23; 21,36; 28,21; при ручной сварке, %, соответственно: 12,88; 9,58; 13,51; средние значения обрывной длины дуги, мм: 23,88; 28,72; 26,38.

Количество расплавляемого металла электрода характеризуется [20], коэффициентом расплавления, α_p :

$$\alpha_p = \frac{G_p}{I_{св} \cdot t}, \text{ г/А} \cdot \text{ч}, \quad (1)$$

где G_p – вес расплавленного металла, г;

$I_{св}$ – сила сварочного тока, А;

t – продолжительность горения дуги, ч.

Производительность процесса сварки и энергопотребление определяют, исходя из коэффициента наплавки, α_n :

$$\alpha_n = \frac{G_n}{I_{св} \cdot t}, \text{ г/А} \cdot \text{ч}, \quad (2);$$

где G_n – вес наплавленного металла, г.

Коэффициент потерь ψ металла электрода (при разбрызгивании и выгорании) вычисляется [3], [20] по зависимости (3):

$$\psi = \frac{G_p - G_n}{G_p} \cdot 100 \%, \quad (3);$$

Устойчивость горения дуги каждого из электродов проверялась по обрывной длине дуги и по продолжительности ее горения до естественного угасания; эти показатели коррелируемы. Статистическая обработка [5],[9], [2],[11], [15],[21],[7], [1], [14] результатов выполненных экспериментов.

За величину результата искомого показателя принимается среднеарифметическое значение всех замеров (после исключения систематических ошибок), которое вычисляется по зависимости:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i. \quad (4)$$

Рассеяние, т.е. разброс полученных экспериментальных данных, характеризует [2] дисперсия S_x^2 :

$$S_x^2 = \frac{\sum \varepsilon_i^2}{n-1}, \quad (5)$$

она определяется по среднеквадратическому отклонению S_x результатов измерений, из зависимости :

$$S_x = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n-1}}, \quad (6),$$

где X_1, X_2, \dots, X_n - результаты измерений, \bar{X} - среднее арифметическое значение, n - объем выборки, т.е. число измерений, ε_i - абсолютная ошибка измерения.

Понятно, что надежность выполненных экспериментов будет зависеть от числа измерений n и от величины допускаемой ошибки ε_i в доверительном интервале. Тогда, средняя квадратическая ошибка среднего [2], определяется по формуле :

$$m = \sqrt{\frac{\sum \varepsilon_i^2}{n(n-1)}} = \frac{S_x}{\sqrt{n}}, \quad (7);$$

а доверительный интервал выборочного среднего значения, при этом ограниченном числе измерений, будет:

$$M \pm tm, \quad (8);$$

где значение t для любого заданного уровня вероятности от нуля до 99,99% определится критерием Стьюдента в зависимости от степени свободы :

$$f = n - 1 \quad (9)$$

Результаты и их анализ

1. Вычисления основных статистических характеристик обрывной длины дуги при сварке на установке неподвижными электродами Монолит РЦ. Размах выборки: $R = X_{\max} - X_{\min} = 30,5 - 26,5 = 4$ мм.

Среднее арифметическое: $\bar{X} = 28,72$ мм.

Характеристиками распределения являются медиана (серединное значение выборки) и мода (наиболее часто встречающееся значение).

Медиана выборки равна 29 мм.

Мода выборки равна 30,5 мм.

Среднеквадратическое отклонение $S_x = 1,44$ мм вычислено по зависимости (6).

Границы доверительного интервала для S_x ($n = 9$, задаем $\alpha = 0,95$), величины: $\gamma_1 = 0,68$, $\gamma_2 = 1,9$, $S_{\min} = 1,44 * 0,68 = 0,98$ мм; $S_{\max} = 1,44 * 1,9 = 2,74$ мм.

С вероятностью 0,95, S_x может находиться в промежутке от 0,98 мм до 2,74 мм.

Коэффициентом вариации результатов измерений, является относительная величина среднеквадратического отклонения:

$$V_x = [S_x / \bar{X}] 100\% = 5,01\%.$$

Такой коэффициент вариации позволяет проводить сравнительный анализ сопоставляемых электродов при незначительном влиянии случайных

погрешностей на результаты измерений в разных сериях опытов.

Гистограмма частот (рис.1) выборки показывает, что распределение близко к нормальному.

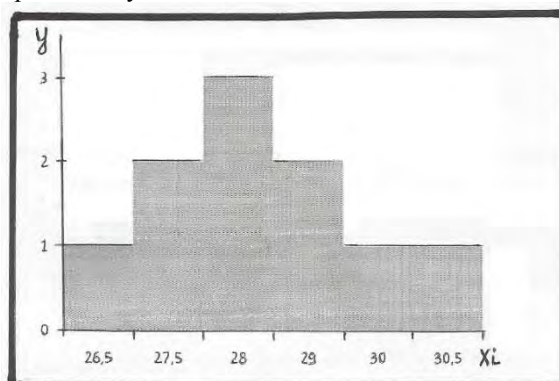


Рис. 1. Гистограмма частот выборки (Монолит РЦ)

Аналогичны гистограммы частот и для выборок электродов других марок.

2. Статистические характеристики для электрода АНО – 21.

Размах выборки: $R = S_{\max} - S_{\min} = 26,5 - 21 = 5,5$ мм

Среднеарифметическое: $\bar{X} = 23,88$ мм

Медиана выборки равна 24 мм.

Мода выборки равна 23 мм.

Среднеквадратическое отклонение $S_x = 1,67$ мм.

Оценим границы доверительного интервала для S_x : ($n = 9$, задаем $\alpha = 0,95$) по таблице [1] находим величины

$\gamma_1 = 0,68$; $\gamma_2 = 1,9$;

$S_{\min} = 1,67 * 0,68 = 1,14$ мм; $S_{\max} = 1,67 * 1,9 = 3,17$ мм;

С вероятностью 0,95, S_x может находиться в промежутке от 1,14 мм до 3,17 мм.

Коэффициент вариации: $V_x = [S_x / \bar{X}] 100\% = 6,99\%$.

3. Статистические характеристики для электрода МР-3.

Размах выборки: $R = X_{\max} - X_{\min} = 32 - 21,5 = 10,5$ мм.

Среднеарифметическое значение: $\bar{X} = 26,39$ мм. Медиана выборки равна 27 мм, мода - 27 мм.

Среднеквадратическое отклонение: $S_x = 3,67$ мм.

Границы доверительного интервала для S_x ($n = 9$, задаем $\alpha = 0,95$), по таблице находим величины

$\gamma_1 = 0,68$, $\gamma_2 = 1,9$, $S_{\min} = 3,67 * 0,68 = 2,49$ мм, $S_{\max} = 3,67 * 1,9 = 7,01$ мм.

С вероятностью 0,95, S_x находится в промежутке от 2,49 мм до 7,01 мм.

Коэффициент вариации:

$$V_x = [S_x / \bar{X}] 100\% = 13,9\%.$$

Проведем сравнение двух средних нормальных генеральных совокупностей.

4. Сравнение выборки 2 (АНО-21) и выборки 1 (Монолит РЦ). По двум независимым малым выборкам $n=9$ и $m=9$, извлеченным из генеральных совокупностей X и Y ; найдены выборочные средние $x_B = 23,88$, $y_B = 28,72$ и дисперсии $S_x^2 = 2,79$ и $S_y^2 = 2,07$.

Проверка гипотезы о том, что средние значения обеих серий замеров совпадают, т.е. в пределах точности различия нет. Поскольку дисперсии различны, то проверим предварительно гипотезу о равенстве генеральных дисперсий, используя критерий Фишера-Снедекора. Найдем отношение большей дисперсии к меньшей: $F_{набл} = 2,79/2,07 = 1,35$. По таблице критических точек распределения Фишера-Снедекора, по заданному уровню значимости $\alpha = 0,05$ и числам степеней свободы (9): $f_1 = 8$ и $f_2 = 8$ находим критическую точку $F_{кр}(0,05; 8; 8) = 3,18$. Так как $F_{набл} < F_{кр}$, то нет оснований отвергнуть гипотезу о равенстве генеральных дисперсий. Предположение о равенстве генеральных дисперсий выполняется, поэтому сравним средние.

Вычислим наблюдаемое значение критерия Стьюдента:

$$T_{набл} = \frac{x_B - y_B}{\sqrt{(n-1)S_x^2 + (m-1)S_y^2}} \cdot \sqrt{\frac{n \cdot m(n+m-2)}{n+m}}, \quad (10)$$

Подставив числовые значения, получим:

$$T_{набл} = \frac{23,88 - 28,72}{\sqrt{(9-1) \cdot 2,79 + (9-1) \cdot 2,07}} \cdot \sqrt{\frac{9 \cdot 9(9+9-2)}{9+9}},$$

т.е. $T_{набл} = -6,58$.

Принимаем доверительную вероятность ($\alpha = 0,95$). По уровню значимости 0,05 и числу степеней свободы $f = 16$ находим по таблице критическую точку $t_{кр}(0,05; 16) = 2,12$. Так как $|T_{набл}| > t_{кр}$, то гипотеза о равенстве средних отбрасывается, т.е. результаты статистически значимы. Таким образом, средние выборок 1 и 2 различаются существенно, т.е. технико-эксплуатационные показатели электродов АНО-21 и Монолит РЦ различаются существенно.

5. Аналогичное сравнение выборок 2 (АНО-21) и 3 (МР-3), а также выборок 1 (Монолит РЦ) и 3 (МР-3) показывает, что результаты статистически значимы и средние значения сравниваемых выборок различаются существенно.

Статистическая обработка позволила:

во-первых, оценить надежность распространения показателей электродов рассмотренной ограниченной выборки, на показатели характеристик всей генеральной совокупности применяемых электродов;

во-вторых, позволила установить существенность различия показателей каждой из трех групп разных марок испытанных электродов для их последующего сопоставления и выбора марки электрода с оптимальным сочетанием наиболее весомых показателей.

Анализ результатов показал:

По виду гистограмм все выборки распределены по нормальному закону.

Средние выборочные различаются значимо и из трех рассматриваемых выборок возможно выбрать «лучшую».

Среднеквадратические отклонения выборки 2 (АНО-21) и выборки 1 (Монолит РЦ) достаточно небольшие, что свидетельствует о небольшом разбросе значений выборок от средних выборочных.

Электрод АНО-21 по технико-экономическим характеристикам показал самые низкие результаты: коэффициент потерь 12,88%, коэффициент наплавки 4,87 г/А·ч, обрывная длина дуги составила 23,89 мм, что статистически достоверно.

Анализ результатов, полученных при сварке на экспериментальной установке и при сварке вручную, показал, что коэффициенты потерь, при короткой сварочной дуге в несколько раз меньше потерь, чем при длинной дуге.

Из сопоставления устойчивости горения электродов, более устойчив в горении электрод Монолит РЦ с обрывной длиной дуги 28,72 мм и продолжительностью горения 78,1 с., он характеризуется и как наиболее производительный при сварке - с минимальным коэффициентом потерь 9,57 % и максимальным коэффициентом наплавки - 5,54 г/А·ч.

Электрод Монолит РЦ выигрывает меньшим коэффициентом потерь, устойчивостью горения дуги, что обеспечивает более высокую производительность работ, удобство выполнения сварки и более высокое качество сварного шва.

Электрод МР-3 превосходит по коэффициенту наплавки электрод АНО -21, но проигрывает по коэффициенту потерь.

Выводы

1. Экспериментально на сварочной установке и сваркой вручную определены для электродов марок МР-3, АНО-21, Монолит РЦ, статистически значимые технико-эксплуатационные показатели: коэффициенты расплавления, наплавки, потерь, обрывная длина дуги и продолжительность ее горения до угасания, которые позволяют осуществить выбор наиболее экономичного электрода, снижающего расход сварочных материалов, электроэнергии при требуемой производительности сварочных работ и качестве сварного соединения.

2. Для практического применения при выполнении монтажных работ рекомендуется электрод марки Монолит РЦ с максимальным коэффициентом наплавки, равным 5,54 г/А·ч, минимальным коэффициентом потерь электродного металла, составляющим 9,58% и наиболее устойчивым горением дуги, у которого наибольшая обрывная длина дуги 28,72 мм, что позволит минимизировать материально- энергетические потери при выполнении сварочно-монтажных работ.

Список литературы

1. Большев Я. Н., Смирнов Н.В., 1965. Таблицы математической статистики. // Ленинград. – «Наука». -106.
2. Вознесенский В.Л., 1969. Первичная обработка экспериментальных данных. (Практические приемы и примеры).// Ленинград. – «Наука».- 84.
3. Герасименко А.И., 2011. Электрогазосварщик. Учебное пособие для профессионально – технических училищ.// Ростов н/Д. – Феникс. – 407.
4. Герасименко А.И., 2011. Справочник электрогазосварщика.// Ростов н/Д. – Феникс. – 412.
5. Гмурман В.Е., 2003. Теория вероятности и математическая статистика. Учеб. пособие для вузов.// Москва. – Высш. шк. -479.
6. Горохов В.А., Беляков Н.В., Схиртладзе А.Г., 2014. Учебник для вузов. ч.1. Материалы и их технологии.// Минск: издательство ИНФРА. – 589.
7. Данко П.Е., Попов А.Г., Кожевникова Т. Я., 1986. Высшая математика в упражнениях и задачах. Учебные пособие для студентов вузов. ч.2. // Москва.- Высшая школа. – 415.
8. Диденко В.Н., Ошеров Б.Л., 1988. Долговечность узловых сопряжений сварных металлоконструкций в открытых установках энергетики.// В кн. Реконструкция промышленных зданий и сооружений. // М. Стройиздат. 35-40.
9. Доспехов Б.А., 1968. Методика полевого опыта. (С основами статистической обработки результатов исследований). // Москва. – «КОЛОС».- 336.
10. Емельянов О.А., Дубовик А. И., 2001. Техническая диагностика кранов мостового типа. Справочное пособие, часть первая. // Краматорск., ДГМА.
11. Кассандрова О.Н., Лебедев В.В., 1970. Обработка результатов наблюдений. // Ленинград. – «Наука».- 109.
12. Ковалев Н.А., 2011. Справочник сварщика. // Ростов н/Д.- Феникс.-350.
13. Корохов В.Г., Бусарова Н.Я., 2014. Металловедение и сварка в строительном производстве. Учебное пособие для студентов вузов строительных специальностей.// Симферополь. – НАПКС. – 341.
14. Корохов В.Г., Бурова И.В., 2015. Минимизация материально-энергетических сварочно-монтажных потерь при ограниченной экспериментальной выборке. Строительство и реконструкция, №1 (57) //Орел – «Государственный университет-УНПК». -114-122. Макарова Н.В., Трофимец В. Я. , 2002. Статистика в Excel. Учеб. пособие.// Москва. – Финансы и статистика. – 368.
15. Рыбаков В.М., 1996. Дуговая и газовая сварка.// Москва. – Машиностроение. – 399.
16. Стандарт, 1975. Техническая характеристика. Электроды АНО-21.// ГОСТ 9466-75.
17. Стандарт, 1975. Техническая характеристика. Электроды МР-3.// ГОСТ 9466-75.
18. Стандарт, 1975. Техническая характеристика. Электроды Монолит РЦ.// ГОСТ 9466-75.
19. Федин А.П., 1992. Сварочное производство.// Минск. – Высшая школа.-302.
20. Шебанин В.С., Богза В.Г., Богданов С.И., 2012. Расчет вероятности отказа конструктивного элемента сборно-разборных легких металлических конструкций. // MOTROL. – Vol. 14, №2, 164-167.

OPTIMIZATION OF ENERGY AND MATERIAL INDICATORS OF WELDING BASED ON STATISTICAL ANALYSIS OF EXPERIMENTS

Annotation. Consumption of electricity, the amount of welding electrodes and welding performance depend on the technical and operating characteristics of electrodes - their deposition rate, losses, reliability arc. The results of experimental studies and statistical analysis, specifying the characteristics of the most commonly used brands of electrodes АНО-21, RC Monolith and МР-3. Analysis of sample averages of each group experienced electrodes marked the most significant combination of technical and economic parameters, which allow to reduce the loss of electricity and the electrode material, can improve the accuracy of the design calculations for material and energy costs.

Keywords: optimization, energy consumption, analysis, minimization, welding, electrode, arc, efficiency, surfacing, losses, performance.

УДК 621.926.4

ПОВЫШЕНИЕ ОДНОРОДНОЙ ПЛОТНОСТИ КЕРАМИЧЕСКОЙ МАССЫ В ШНЕКОВОМ ПРЕССЕ С РАЗДЕЛЬНЫМИ СМЕЩЕННЫМИ ВИТКАМИ И РАСЧЕТ РАЗМЕРОВ ФОРМУЮЩЕЙ ГОЛОВКИ ПРЕССА

Бурова И.В., Гармаш М.А., Корохов В.Г.

Академия строительства и архитектуры ФГАОУ ВО «Крымский Федеральный университет имени В.И. Вернадского», г. Симферополь, ул. Киевская 181.

Аннотация. Приведена конструкция шнекового механизма пресса для повышения в нем однородной плотности и свойств вязко-пластичной керамической массы, прессуемой и профилируемой в формующей головке пресса при изготовлении погонажных изделий для кирпича, труб, плиток. Получена зависимость для проектного и проверочного расчетов размеров легкоосменных формующих головок, примыкающих к шнеку.

Ключевые слова: прессование, шнек, давление осевое, радиальное, плотность, свойства, коэффициент трения, влажность, формообразование, погонаж, кирпич, масса.

Керамический кирпич, плитка, трубы относятся к наиболее традиционным строительным материалам, их изготовление широко распространено в Российской Федерации [1]. Показатель мощности производств керамического кирпича, рекомендуемый Постановлением Правительства РФ от 28.09.2015 года, №1029, составляет около 150 тыс. тонн в год.

Введение

Поскольку отрасль производства долгое время была зависимой от поставок основного технологического оборудования и запчастей из Европы, то в настоящее время необходимость эффективного импорт замещения обуславливает потребность в разработке и выпуске современного оборудования. Это, прежде всего, прессовое оборудование шнекового типа для поточных линий производства керамического кирпича, плиток, труб.

Анализ публикаций

Первой стадией производства керамических изделий является формообразование профильного погонажа на шнековом прессе. Получаемый на прессе профильный погонаж типа бруса, ленты или полого кругляка, разрезают в транспортном потоке линии на изделия в виде кирпича, плитки, трубы, которые затем термообработывают [2]. Геометрическая форма и размеры поперечного сечения получаемого погонажного изделия определяются геометрией формующей головки с мундштуком, через которую шнеком непрерывно продавливается уплотненная масса. Использование легкоосменных формующих головок различного поперечного сечения, примыкающих к шнековому механизму, позволяет изготавливать на одном и том же прессе изделия различной конфигурации. Легкая сменяемость головок обеспечивает несложную переналадку пресса на выпуск даже небольших партий изделий.

Цель и постановка задачи

Целью настоящей работы является решение вопроса о способе увеличения однородной

плотности керамической массы, подлежащей формообразованию в шнековом прессе, а также, вывод зависимости для определения проектных размеров формующей головки, обеспечивающей создание требуемого давления прессования массы.

Методика исследования

Методика исследований состояла в измерениях тензометрическими датчиками радиального давления вдоль образующей цилиндра при уплотнении шнеком модельной массы и в последующем анализе построенных эпюр распределения давления вдоль цилиндра и в поперечном сечении канала шнека.

Результаты и их анализ

Важным технологическим показателем процесса прессования является необходимость придания погонажному изделию требуемой геометрической формы, чтобы изделие не теряло первоначальную форму, а сохраняло ее в готовом виде при последующей термообработке. В тоже время, получаемое из погонажа строительное изделие (кирпич, плитка, труба) должно обладать достаточно высокой прочностью и долговечностью, это зависит от многих факторов:

- от физико-химических свойств и влажности глины;
- от коэффициента трения скольжения прессуемой массы о металлическую поверхность шнека и цилиндра[3];
- от однородной структуры массы, поступающей в пресс, которую предварительно необходимо формировать, а это достаточно трудоемкий процесс;

Вместе с тем, требуемые прочностные свойства и долговечность готового керамического изделия, являясь сложной функцией от указанных факторов, существенно зависят и от однородной плотности всего объема прессуемой массы, которая обрабатывается в шнековом механизме. Применение в прессе шнекового механизма новой конструкции по авт. свид. № 1794689 [4], обеспечивает получение однородной плотности и предопределяет

однородность механических свойств керамического материала всего изделия.

На рис.1 показана схема пресса, формирующего трубу:

1 - корпус, в который поступает предварительно подготовленная к прессованию масса, 2 – прессующий вращающийся шнек, размещенный в цилиндре – 3, с радиальным зазором 2...3 мм, к которому примыкает формирующая головка – 4, ее продолжение в виде мундштука может быть цилиндрической или прямоугольной конфигурации для профилирования погонажного изделия требуемого поперечного сечения и заданных размеров. Пустотообразователь – 5 размещен в формирующей головке – 4. В данном случае, он цилиндрической конфигурации и выполнен в виде продолжения вала шнека.

Режимные параметры работы шнекового механизма определяются величиной создаваемого им давления прессования и частотой вращения. Давление на прессуемую массу создается вследствие действия сил трения скольжения, оказывающих сопротивление перемещению этой массы витками шнека – 2 внутри цилиндра – 3 и силами трения массы (противодавления) в формирующей головке – 4 [3]. Для создания требуемого противодавления, формирующая головка должна быть изготовлена с соблюдением определенных размеров, расчет которых приводится ниже.

Экспериментальными исследованиями шнекового механизма (пара «шнек – цилиндр») со стандартной конфигурацией шнека, имеющего непрерывно расположенные на валу спиральные витки, при прессовании модельной вязкопластичной массы, нами измерялось радиальное давление на стенку цилиндра с помощью тензометрических датчиков, закрепленных вдоль образующей цилиндра. Измерениями установлено, что у рабочей «передней» - движущей поверхности витка шнека, давление имеет наибольшее значение, которое убывает в поперечном сечении канала шнека – в направлении движения массы, т.е. в направлении к тыльной стороне соседнего витка канала, причем, разница давлений существенна. Вместе с тем, максимумы давлений перед каждым последующим витком шнека в направлении движения массы – возрастают. Наибольшее давление масса испытывает со стороны шнека на участке выхода из шнекового канала в формирующую головку. При разном давлении спрессовывания разных слоев массы, выходящей из шнекового канала в формирующую головку, эта масса приобретает и неодинаковую плотность, следовательно, и неодинаковые механические свойства. Такая неоднородная масса под давлением послойно по спирали заполняет формирующую головку, из мундштука которой непрерывно выдавливается погонаж нужной конфигурации, но с периодичной повторяемостью неоднородных

механический свойств материала. Это снижает несущую способность и долговечность изделий, изготавливаемых из такого погонаж.

Для исправления указанного недостатка, путем формирования однородной плотности и однородных свойств прессуемого материала, нами предложена и испытана новая конструкция шнекового механизма [4], показанного на рис.1. В нем шнек имеет отдельные, смещенные в осевом направлении спиральные витки, при этом, начало каждого последующего витка в направлении перемещения массы, смещено в осевом направлении назад от конца предыдущего витка, и участки этих соседних витков частично взаимно перекрываются. Такое устройство шнека обеспечивает отделение именно слабо отпрессованного слоя массы, ранее примыкавшего к тыльной стороне переднего витка, и осуществляет максимальное прессование этого недопрессованного слоя. Таким образом, последовательно разрезая массу на слои и воздействуя толкающими поверхностями каждого последующего витка, врезающегося в менее отпрессованные слои, достигается равномерное последовательное прессование всей массы. Так осуществляется однородное уплотнение массы, заполняющей формирующую головку. В этом случае из мундштука головки непрерывно выдавливается погонаж уже с однородными прочностными свойствами во всех поперечных сечениях.

Для обеспечения стабильной работы проектируемого пресса и создания в нем требуемого давления прессования, необходимо чтобы размеры формирующей головки были вычислены с учетом физико-механических свойств сырья, прежде всего – коэффициента трения о металлическую поверхность формирующей головки с мундштуком и коэффициента бокового давления массы.

Для расчета длины l цилиндрической формирующей головки, обеспечивающей требуемое давление прессования, выделим кольцевой элемент находящейся в равновесии массы толщиной dx . Ось OX прямоугольной системы координат расположим вдоль оси пресса за начало координат примем точку O на конце цилиндрической камеры. Силами веса и инерции частиц пренебрегаем ввиду их малости.

На выделенный элемент сырья, находящийся в формирующей головке, действует со стороны шнека осевое давление q_0 , а с противоположной стороны – давление $q_0 - dq_0$, где dq_0 – это потеря давления на трение о стенки камеры. Обозначим площадь кольца, на которую действует осевое давление витка шнека, через F . Сила этого давления равна произведению площади кольца на указанное осевое давление, т.е. Fdq_0 . Из условия равновесия действующих сил, сила

давления уравнивается приращением силы трения- dN_{mp} . Спроектировав эти силы на ось OX получаем

$$Fdq_0 = dN_{mp} \quad (1)$$

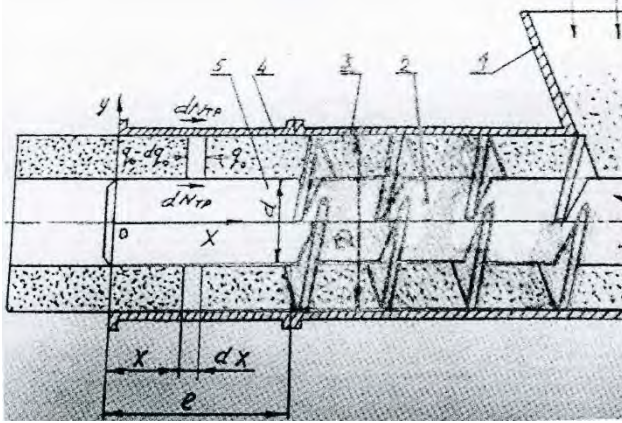


Рис. 1. Шнековый пресс с цилиндрической формирующей головкой.
Формирование трубы.
Левая сторона этой зависимости

$$Fdq_0 = \frac{\pi(D^2 - d^2)d q_0}{4} \quad (2)$$

Где D и d -соответственно наружный и внутренний диаметры шнека. Правая составляющая равенства (1) определяется произведением радиального давления q_r , коэффициента трения f сырья о стенки канала и площади соприкосновения выделенного элемента о стенки этого кольцевого канала, т.е. наружным диаметром D и внутренним d

$$dN_{mp} = q_r \cdot f \cdot \pi(D + d)dx \quad (3)$$

Радиальное давление q_r составляет часть осевого давления q_0 , т.е. $q_r = q_0 \varepsilon$.

Коэффициент бокового давления сырья ε определяют в лабораторных условиях на стабилометре. Для разнообразных прессуемых материалов его значение находится в широких пределах-от 0,7 до 0,95. Исходя из указанного можно записать

$$dN_{mp} = q_0 \cdot \varepsilon \cdot f \cdot \pi(D + d)dx \quad (4)$$

Приравняв правые части уравнений (2) и (4), заменив обозначения dx на dl получаем

$$\begin{aligned} \frac{\pi(D^2 - d^2)dq_0}{4} &= \\ &= q_0 \varepsilon f \pi(D + d) dl \end{aligned} \quad (5)$$

откуда

$$dx = dl = \frac{\pi(D^2 - d^2)dq_0}{4\varepsilon f \pi(D + d)q_0} \quad (6)$$

После преобразования получим

$$dl = \frac{(D^2 - d^2)}{4\varepsilon f (D + d)} \cdot \frac{dq_0}{q_0} \quad (7)$$

где L, d, D -размеры в м.

$$l = \frac{(D^2 - d^2)}{4\varepsilon f (D + d)} \cdot \int_{q_{0\text{кон}}}^{q_{0\text{нач}}} \frac{dq_0}{q_0} \quad (8)$$

После интегрирования получаем расчетное уравнение для определения длины формирующей головки пресса, позволяющей вести процесс при заданном давлении прессования.

$$l = \frac{(D^2 - d^2)}{4\varepsilon f (D + d)} \cdot \ln \frac{q_{0\text{нач}}}{q_{0\text{кон}}} \quad (9)$$

Для конкретных условий прессования одного из материалов с $\varepsilon = 0,93$ влажностью 78% при начальном и конечном заданных давлениях прессования соответственно

$$q_{0\text{кон}} = 0,02 \text{ Мн} / \text{м}^2 \quad \text{и}$$

$$q_{0\text{нач}} = 0,25 \text{ Мн} / \text{м}^2 \quad \text{в цилиндрической}$$

формирующей головке преобразовав зависимость (9), получим расчетное уравнение

$$l = \frac{0,63(D^2 - d^2)}{\varepsilon f (D + d)} \text{ м} \quad (10)$$

Для практических расчетов цилиндрической формирующей головки, предназначенной для материалов с известными физико-механическими свойствами, целесообразно воспользоваться уравнением (9) в этом же виде или преобразовав его относительно $q_{0\text{нач}}$. При известном значении l это позволяет определить, какое начальное осевое

давление создаст прессующая головка известной длины и будет ли это давление соответствовать требуемому значению технологического процесса.

Для расчета длины цилиндрической формующей головки без пустотообразователя в условиях (2-9) следует принимать $d = 0$.

Расчет формующих головок прямоугольного поперечного сечения может выполняться по аналогичной методике, учитывающей площадь прямоугольных поверхностей трения, коэффициенты трения и бокового давления материала.

Вывод

Уравнение (9) позволяет выполнить проектный и проверочный расчеты длины формующей головки прессов для кирпича, труб и других изделий, получаемых непрерывным формованием и прессованием сырья при известных его физико-механических свойствах и заданном технологическом проверенном давлении прессования. Использование этих зависимостей на

стадии проектирования машины позволит отказаться от подбора длины формующей головки экспериментальным путем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скупов Б.Н. Стройка просит кирпича//Технологии строительства,2016, №5, с.26-30.
2. Сапожников М.Я. Дроздов Н.Е. Справочник по оборудованию заводов строительных материалов. М.: Издательство литературы по строительству, 1970.210 с.
3. Ковецкий Г.Д., Королев А.В. Процессы и аппараты пищевых производств. М.: Агропромиздат, 1991. 370с.
4. Корохов В.Г. и др. Шнековый пресс-стекатель // Авторское свидетельство СССР, №1794689 от 27.05.1993г., Бюл .№6
5. Борщевский А.А., Ильин А.С. Механическое оборудование для производства строительных материалов и изделий. М.: Высшая школа. 1987. 280с.

Burova I. V., Garmash, M. A., Korohov V. G.,

The increased homogeneous density of the ceramic mass in a screw press with a separate offset coils, and calculating the size of the forming head press

Annotation. The design of the screw mechanism of the press is shown to increase the homogeneous density and properties of the viscous-plastic ceramic mass, pressed and profiled in the molding head of the press in the manufacture of molded products for bricks, pipes, tiles. A dependence was obtained for the design and verification calculations of the dimensions of the easily changeable forming heads adjacent to the screw.

Keywords: pressing, screw, axial, radial pressure, density, properties, coefficient of friction, humidity, shaping, molding, brick, mass.

УДК 661

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК

Дядичев В.В., Колесников А.В., Дядичев А.В.

ФГАОУ ВО "КФУ им. В.И. Вернадского"

Адрес: г. Симферополь, ул. Павленко, 3, корпус 2, к. 108

ГОУ ВПО «Луганский национальный университет имени Владимира Даля»

Адрес: г. Луганск, ул. Тухачевского, 11, к. 215

e-mail mr.dyadichev@mail.ru; e-mail angeykav@mail.ru; e-mail adyadichev@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены основные функции и преимущества автоматизированной системы управления технологическим процессом производства полимерной пленки. Выделены основные технологические параметры, влияющие на протекание процесса производства пленки.

Ключевые слова: Полимерная пленка, экструзия, экструдер, ЛСУ, АСУ ТП, технологические параметры, мониторинг.

Введение

Производство полимерной пленки в настоящее время представляет большой практический интерес и имеет хорошие перспективы роста объемов производства. Развитие производства полимерной пленки – является одним из важнейших секторов экономики и полимерной отрасли. Поэтому спрос на производство пленки увеличивается с каждым годом. Пленки используются во многих отраслях промышленности, таких как строительной, медицинской, легкой, пищевой, электронной, также в сельском хозяйстве и в быту.

В гидротехническом строительстве полимерные пленочные материалы находят применение в качестве противодиффузионной защиты искусственных водоемов, каналов оросительных систем, водохранилищ; в виде водонепроницаемых экранов, точно повторяющих неровности почвы на оползневых насыпях, плотинах, дамбах, проходческих тоннелях (при строительстве метро); для изготовления плотин в виде каплевидных баллонов или складных гибких плотин, в которые накачивается вода.

Это объясняется тем, что пленка выполняет техническое, функциональное и эстетическое назначение. Достоинство использования пленки в качестве упаковки, заключается в относительной простоте самого процесса, ее прочности, эстетичности при относительно небольшой стоимости. Кроме того, следует отметить доступную сырьевую базу, простоту и экологичность утилизации использованной пленки и отходов ее производства.

Постановка проблемы

Главным технологическим процессом производства пленки является процесс экструзии. Это способ получения изделий или полуфабрикатов из полимерных материалов неограниченной длины путем выдавливания расплава полимера через

формирующую фильеру нужного профиля. Основным объектом автоматизации процесса производства пленки является экструдер. Экструдер – машина для размягчения (пластикации) материалов и придания им формы путём продавливания через профилирующий инструмент, сечение которого соответствует конфигурации изделия[1].

Особенности процесса производства пленки и работы экструдера, как объекта автоматизации:

экструдер представляет собой систему, характеризующую многими входными и выходными параметрами;

процесс непрерывный;

работа экструдера подвержена возмущениям, связанным с изменением вязкости обрабатываемого продукта, изменением температуры процесса, запаздыванием системы и т.д.

Управление этими характеристиками работы экструдера в ручном режиме требует от оператора огромных навыков работы с оборудованием, вниманием и даже интуиции. Отклонение одного параметра от нормы может привести к целому ряду негативных последствий. Производство пленки методом экструзии характеризуется большим количеством стадий и функционированием агрегатов. Непрерывный рост производства полимерной пленки, повышение требований к ее качеству, а также поточность технологических процессов создали условия для внедрения эффективных средств автоматического контроля и управления и поставили задачу повышения уровня автоматизации.

Цель

Рассмотреть основные преимущества систем автоматизации технологического процесса производства пленки, которые смогут повысить качество готовой продукции, проводить управление и контроль всеми процессами производства пленки на удаленном расстоянии. Выполнить анализ

технологических параметров, влияющих на ход технологического процесса. А также определить основные функции выполняемые системами управления.

Методика и результаты исследования

Протекание технологического процесса определяется основными параметрами экструдера. Для оценки и контроля хода процесса экструзии используются такие параметры, как температура зон экструдера, давление, скорость вращения основного и загрузочного шнеков, количество поступающего в бункер сырья и др. Для обеспечения максимальной производительности экструдера служат системы автоматического контроля и управления процессом экструзии, выполняющие контроль и поддержание этих параметров.

Управление каждым параметром осуществляется с помощью локальной системы управления. Множество всех локальных систем управления (ЛСУ) объединяются в общую автоматизированную систему управления технологическим процессом (АСУ ТП), путем соединения всех ЛСУ с главным процессором системы информационно-управляющими каналами.

АСУ ТП – это человеко-машинные системы, которые обеспечивают автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления. Причем, сбор, обработка, вычисление критериев, нахождение оптимальных значений осуществляется с помощью технических средств и электронных вычислений, а управляющий персонал осмысливает сложившиеся ситуации и обеспечивает управление ими.

Автоматизированная система управления представляет собой распределенную систему, т.е. сбор информации осуществляется по месту с преобразованием сигналов в цифровой вид. Далее, по промышленной сети передачи данных, информация поступает в контроллер. Такое построение системы позволяет упростить монтаж, уменьшить количество кабеля, облегчает обслуживание и диагностику системы.

Структура АСУ ТП показана на рисунке 1. Благодаря нижнему и среднему уровню структуры АСУ ТП происходит сбор и обработка данных, выполняется анализ собранной информации, выдача управляющих воздействий на исполнительные устройства. Верхний уровень дает возможность автоматизированного и дистанционного управления оборудованием и контроля протекания технологического процесса, визуализации основных технологических параметров, а также выдачу команд на изменение параметров внешних воздействий.

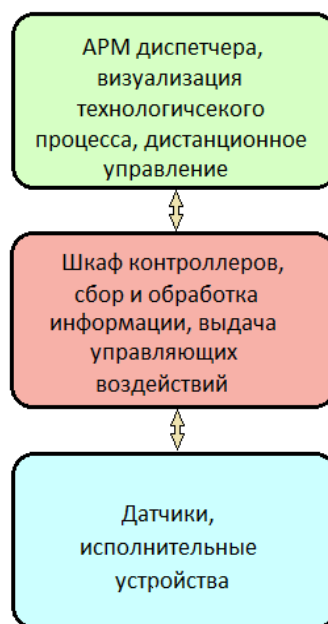


Рис.1 Структура АСУ ТП

Основной задачей автоматизированной системы является управление технологическим процессом (АСУ ТП) и

автоматическое включение/выключение системы;

распределении нагрузок между отдельными или параллельно работающими агрегатами с учетом имеющихся ресурсов сырья, энергии и других показателей;

автоматическое включение/выключение системы;

управление технологическим процессом в реальном времени;

дистанционное управление оборудованием;

контроль работы системы;

оперативное отображение информации о состоянии оборудования;

поддержание температуры в температурных зонах;

представление информации в удобном для восприятия и анализа виде на операторской станции в виде графиков, гистограмм;

регистрация важных параметров технологического процесса;

непрерывное отображение аварийных и информационных сообщений;

аварийная сигнализация и управление тревожными сообщениями;

подготовка и генерирование отчетов о ходе технологического процесса;

ведение базы данных реального времени с технологической информацией.

Замена старого оборудования на новое, является неотъемлемым этапом автоматизации производства. Эксплуатация устаревших комплексов релейной защиты может привести к ложным срабатываниям защит или даже их отказу, что в свою очередь приведёт к развитию опасных

аварийных ситуаций и снижению надёжности функционирования в целом.

Производство полимерных пленок – сложный процесс, требующий строгого соблюдения технологии, сочетания высокой квалификации оператора оборудования, применения новейших технологий, вычислительной техники, и внедрения автоматизированной системы управления.

Основные преимущества использования автоматизированной системы управления производством полимерной пленки:

Использование АСУ ТП повышает возможность четкого регулирования качества конечного продукта и его экологической безопасности, отвечающей общим мировым стандартам.

Усиливает надежность исправной работы оборудования и своевременного оповещения на случай возникновения опасности, связанной с поломкой или другими видами неисправностей.

АСУ ТП позволяет существенно экономить энергозатраты, которые достаточно высоки. От электроэнергии зависит надежное и бесперебойное функционирование всего производства в целом.

Позволяет создать жесткий контроль за соблюдением норм безопасности работы обслуживающего персонала.

Снижение доли брака при производстве.

Ведение базы данных реального времени с технологической информацией.

Выводы и направления дальнейших исследований

В статье были рассмотрены основные функции АСУ ТП и ее структура, определены основные преимущества внедрения автоматизированной системы управления производством полимерной пленки.

Автоматизированная система управления позволяет не только получить высококачественные продукты в данной отрасли, снизить затраты, повысить рентабельность, но и обеспечить безвредность данного производства. Последнее осуществляется не только за счет введения жесткого автоматизированного контроля систем пожароопасных и взрывоопасных зон, но и уменьшить число обслуживающего персонала, оставив только оперативную бригаду по ремонту объекта. Также благодаря АСУ ТП, появляется возможность проводить управление и контроль всеми процессами производства пленки на удаленном расстоянии, посредством получения всех информационных данных и оповестительных сигналов на центральный пульт оператора.

Литература

1. Производство пленок экструзией - Режим доступа: <http://www.himhelp.ru/section30/section122/section155/565.html>
2. Новые технологии переработки пластмасс. - Режим доступа: <http://www.polymer.ru/index.php>

3. Экструдеры и экструзия. - Режим доступа: <http://www.elcer.com.ua/polymers/equipment/extruder/>

4. Структура АСУ ТП. - Режим доступа: <http://asu-direct.ru/auto/structure>

5. Гуль В. Е., Дьяконова В. П. Физико-химические основы производства полимерных пленок: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1978. – 279 с., ил.

6. Каган Д. Ф., Гуль В. Е., Самарина Л. Д. Многослойные и комбинированные пленочные материалы. - М.: Химия, 1989. - 288 с., ил.

7. Зубов Е.Н. Структура и свойства полимерных покрытий - М.: Химия, 1986. - 267 с.

8. Калиновская Г. Д. Пути переработки отходов слоистых пластиков - Л.: Химия, 1997. – 94 с.

9. Дядичев В.В. Экструзия вторичных полимеров. - Луганск; издат-во ВНУ, 2003. – 48 с.

10. Малицкова Е.А., Потапов И.И. Переработка отходов пластмасс — М.: Авис Оригинал, 1997. - 159 с.

11. Каменев Е. И. Применение пластических масс – Л.: Химия, 1985. – 372 с.

12. Воробьев В. А., Андрианов Р. А. Технология полимеров. - М.: Высшая школа, 1971. - 257 с.

13. Огибалов В. М. Механика полимеров. - М.: МГУ, 1975. - 243 с.

14. Бернхардт Э. Переработка термопластичных материалов. Перевод с англ. Р. В. Торнера, Е. В. Закс и др., Под ред. Г. В. Виноградова. – М.: «Химия», 1965. – 747 с.

15. Экструдер для переработки строительных и полимерных материалов: патент на полезную модель RUS 162271 /Дядичев В.В., Колесников А.В., Дядичев А.В.; заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И.Вернадского».- №2015153343; заявлено 11.12.2015г.; зарегистрировано 13.05.2016г.-3с.

16. Экструдер для переработки строительных и полимерных материалов: патент на полезную модель RUS 163853 /Дядичев В.В., Колесников А.В., Дядичев А.В.; заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И.Вернадского».- №2015147070; заявлено 02.11.2015г.; зарегистрировано 22.07.2016г.-3с.

17. Экструдер для переработки строительных и полимерных материалов: патент на полезную модель RUS 162371 /Дядичев В.В., Колесников А.В., Дядичев А.В.; заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И.Вернадского».- №2015150127; заявлено 23.11.2015г.; зарегистрировано 17.05.2016г.-3с.

Экструдер для переработки мелкодисперсных строительных и полимерных материалов: патент на полезную модель RUS 164876 /Дядичев В.В., Колесников А.В., Дядичев А.В.; заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И.Вернадского».- №2015154120; заявлено 15.12.2015г.; зарегистрировано 01.09.2016г.-3с.

Экструдер для переработки крупнодисперсных строительных и полимерных материалов: патент на полезную модель RUS 162449 /Дядичев В.В., Колесников А.В., Дядичев А.В.; заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И.Вернадского».-№2015153345; заявлено 11.12.2015г.; зарегистрировано 23.05.2016г.-3с.

DESIGN FEATURES OF AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF BUILDING PRODUCTION OF POLYMER FILMS

Summary: The main features and benefits of automated process control system of production of the polymer film. The basic technological parameters that influence the course of the production process of the film.

Key words : polymer film extrusion, extruder, LCS, APCS, process parameters, and monitoring.

Раздел 3. Инженерное обеспечение

УДК 62-713.1

АНАЛИЗ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАНЕЛЕЙ

Бекиров Э.А., Асанов М.М.

Физико-технический институт ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»,

Адрес: г. Симферополь, ул. Киевская, 181

E-mail: kaf_energo@cfuv.ru

Аннотация. В работе проанализировано влияние нагрева поверхности фотоэлектрических преобразователей на надежность и эффективность их работы. Показано, что даже незначительное повышение температуры поверхности фотоэлемента существенным образом сказывается на его выходных характеристиках. Авторами исследовано два типа систем водяного охлаждения панелей. Проанализированы системы с трубами разных диаметров. Статистические данные о температуре окружающей среды, солнечном излучении, падающем на единицу площади панели, и скорости ветра были взяты для города Симферополя. Для оценки эффективности систем охлаждения использовалась математическая модель для нахождения КПД фотоэлектрической панели до и после охлаждения.

Ключевые слова: фотоэлектрические преобразователи, водяное охлаждение, эффективность работы

ВВЕДЕНИЕ

До 87 % солнечного излучения, падающего на поверхность фотоэлектрического преобразователя, преобразуется в тепловую энергию нагревая его [1]. Рост температуры фотоэлементов существенно сказывается на эффективности и продолжительности их работы. Для фотоэлементов на основе кремния скорость изменения КПД составляет 0,4 – 0,5 % на один градус Цельсия [2]. Проведенный анализ свидетельствует о необходимости охлаждения поверхности фотоэлектрических преобразователей для обеспечения надежной и эффективной генерации ими электроэнергии.

В работе [1] рассмотрены различные методы охлаждения поверхности фотоэлектрических преобразователей. Проведен сравнительный анализ систем, из которого следует, что наиболее эффективной является система принудительного водяного охлаждения. Благодаря такой системе удастся повысить выходную мощность фотоэлемента на 24 Вт/м² по сравнению с фотоэлектрическим преобразователем без охлаждения.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Поглощенная солнечным коллектором (рис. 1) полезная энергия на единицу длины в направлении потока жидкости может быть представлена в виде суммы потока тепла, переносимого теплопроводностью к трубе через основание коллектора, и поглощенной непосредственно над трубой энергии [3]:

$$q_u = q_{\text{осн.коллек}} + q_{\text{труба}} = \frac{\text{th}(m(X-D)/2)}{m/2} \times [S - U_L(T_p - T_a)] + D[S - U_L(T_p - T_a)] =$$

$$= \left[\frac{\text{th}(m(X-D)/2)}{m/2} + D \right] [S - U_L(T_p - T_a)] \quad (1)$$

$$\text{где } m = \sqrt{\frac{U_L}{k\delta}};$$

k – коэффициент теплопроводности поглощающего элемента коллектора (абсорбера);

δ – толщина поглощающего элемента коллектора (абсорбера);

X – ширина поглощающего элемента коллектора (абсорбера);

D – диаметр трубы;

S – солнечное излучение, поглощаемое единицей площади поглощающего элемента коллектора (абсорбера);

U_L – коэффициент теплообмена конвекцией, излучением и кондукцией;

T_p – температура поверхности поглощающего элемента коллектора (абсорбера);

T_a – температура окружающего воздуха.

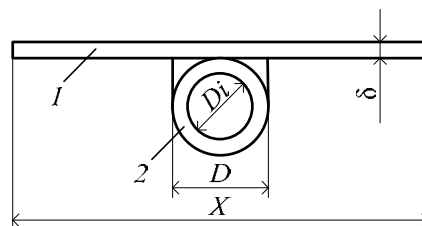


Рис. 1. Солнечный коллектор:

1 – поглощающий элемент коллектора; 2 – труба

В то же время полезная энергия на единицу площади солнечного коллектора может быть найдена по формуле [3]:

$$q_u = \frac{T_p - T_f}{\frac{1}{h_{f,i}\pi D_i} + \frac{1}{C_p}} \quad (2)$$

где T_f – температура потока жидкости в трубе;

$h_{f,i}$ – коэффициент теплоотдачи от стенки трубы к жидкости;

D_i – внутренний диаметр трубы;

$C_p = \frac{k_p b}{\gamma}$ – проводимость соединения

коллектора с трубой;

k_p – коэффициент теплопроводности соединения коллектора с трубой;

b – ширина соединения коллектора с трубой;

γ – толщина соединения коллектора с трубой.

Выражение $\frac{1}{h_{f,i} \pi D_i}$ в (2) описывает

сопротивление переносу тепла от стенки трубы к

жидкости, а $\frac{1}{C_p}$ – сопротивление соединения

коллектора с трубой.

В данной работе формулы для нахождения полезной энергии солнечного коллектора (1) и (2) используются для расчета системы охлаждения панели, с расположенными на ней фотоэлектрическими преобразователями.

Пусть фотоэлектрическая панель охлаждается с помощью одной трубы, проходящей посередине под ее поверхностью. Для расчета температуры поверхности панели воспользуемся формулой (2) подставив в нее выражение для нахождения полезной энергии коллектора (1):

$$T'_p = \left[\frac{1}{h_{f,i} \pi D_i} + \frac{1}{C_p} \right] \left[\frac{\text{th}(m(X-D)/2)}{m/2} + D \right] \times [S - U_L(T_p - T_a)] + T_f. \quad (3)$$

Если фотоэлектрическая панель охлаждается системой с двумя одинаковыми трубами (рис. 2), то формула (3) преобразуется в виду:

$$T'_p = \left[\frac{1}{h_{f,i} \pi D_i} + \frac{1}{C_p} \right] \left[\frac{\text{th}(mW/2)}{m} + D + \frac{\text{th}(mZ)}{m} \right] \times [S - U_L(T_p - T_a)] + T_f. \quad (4)$$

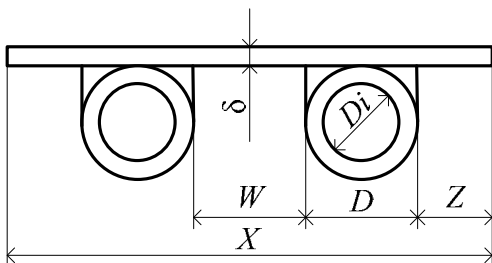


Рис. 2. Система охлаждения фотоэлектрической панели с двумя трубами

Значение T_p в формулах (3) и (4), которое характеризует температуру фотоэлектрической

панели до охлаждения, определялось в соответствии с моделью Росса [4]:

$$T_p = T_a + kG_T,$$

где G_T – солнечное излучение, падающее на единицу площади фотоэлектрической панели;

$$k=0,02 - 0,04 \text{ } ^\circ\text{K м}^2/\text{Вт}.$$

Эффективность охлаждения оценивалось на основании изменения значения КПД фотоэлектрической панели, выражение, для нахождения которого, было взято из [5]:

$$\eta_{Tp} = \eta_{Ta} [1 - \beta_{Ta}(T_p - T_a)],$$

где η_{Ta} – КПД фотоэлектрической панели при температуре T_a ;

$$\beta_{Ta} = \frac{1}{T_0 - T_a} \quad \text{– температурный}$$

коэффициент;

T_0 – температура, при которой КПД фотоэлектрической панели становится равным 0 (для кремниевых фотоэлементов $T_0=270 \text{ } ^\circ\text{C}$).

Выражение для коэффициента теплообмена U_L , по аналогии с [3], для фотоэлектрической панели с защитным покрытием и подложкой будет иметь вид:

$$U_L = \left[\frac{1}{h_{c,p-c} + h_{r,p-c}} + \frac{1}{h_w + h_{r,c-a}} \right]^{-1} + \left[\frac{1}{h_{p-b}} + \frac{1}{h_w + h_{r,b-a}} \right]^{-1}, \quad (5)$$

где $h_{c,p-c}$, $h_{r,p-c}$ – коэффициент теплообмена конвекцией и излучением, соответственно, между фотоэлементом и защитным покрытием;

h_w – коэффициент теплообмена конвекцией между защитным покрытием (подложкой) и атмосферой под действием ветра;

$h_{r,c-a}$ – коэффициент теплообмена излучением между защитным покрытием и атмосферой;

$h_{c,p-b}$, $h_{r,p-b}$ – коэффициент теплообмена конвекцией и излучением, соответственно, между фотоэлементом и подложкой;

$h_{r,b-a}$ – коэффициент теплообмена излучением между подложкой и атмосферой.

Значения коэффициентов теплообмена, входящих в (5), а также температуры поверхности защитного покрытия и подложки получены на основании выражений, представленных в [3].

Данные о температуре окружающей среды T_a , солнечном излучении, падающем на единицу площади фотоэлектрической панели, G_T и скорости ветра V_w были взяты для города Симферополя из [6].

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

При расчетах считалось, что все солнечное излучение, падающее на единицу площади панели, поглощается, т.е. $S=G_T$, а его величина равна сумме прямого и рассеянного излучения, падающего на единицу площади фотоэлемента в ясную погоду из

расчета того, что фотоэлемент расположен горизонтально относительно поверхности земли.

Степень черноты верхней и нижней поверхности фотоэлемента была взята равной, соответственно, 0,95 и 0,09, а защитного покрытия и подложки из пластика – 0,91 [8]. КПД фотоэлектрической панели при температуре окружающей среды 25 °С принят равным 0,15.

Для системы охлаждения были выбраны трубы из полипропилена, диаметром $D=20$ мм

($D_i=16,2$ мм) и $D=75$ мм ($D_i=61,2$ мм). Средняя температура охлаждающей жидкости в трубах считалось равной 273 °К. Ширина фотоэлектрической панели X была принята равной 1 м, а расстояние от трубы до края панели Z , для системы с двумя трубами, равной половине расстояния между трубами W .

Результаты моделирования представлены на рис. 3.

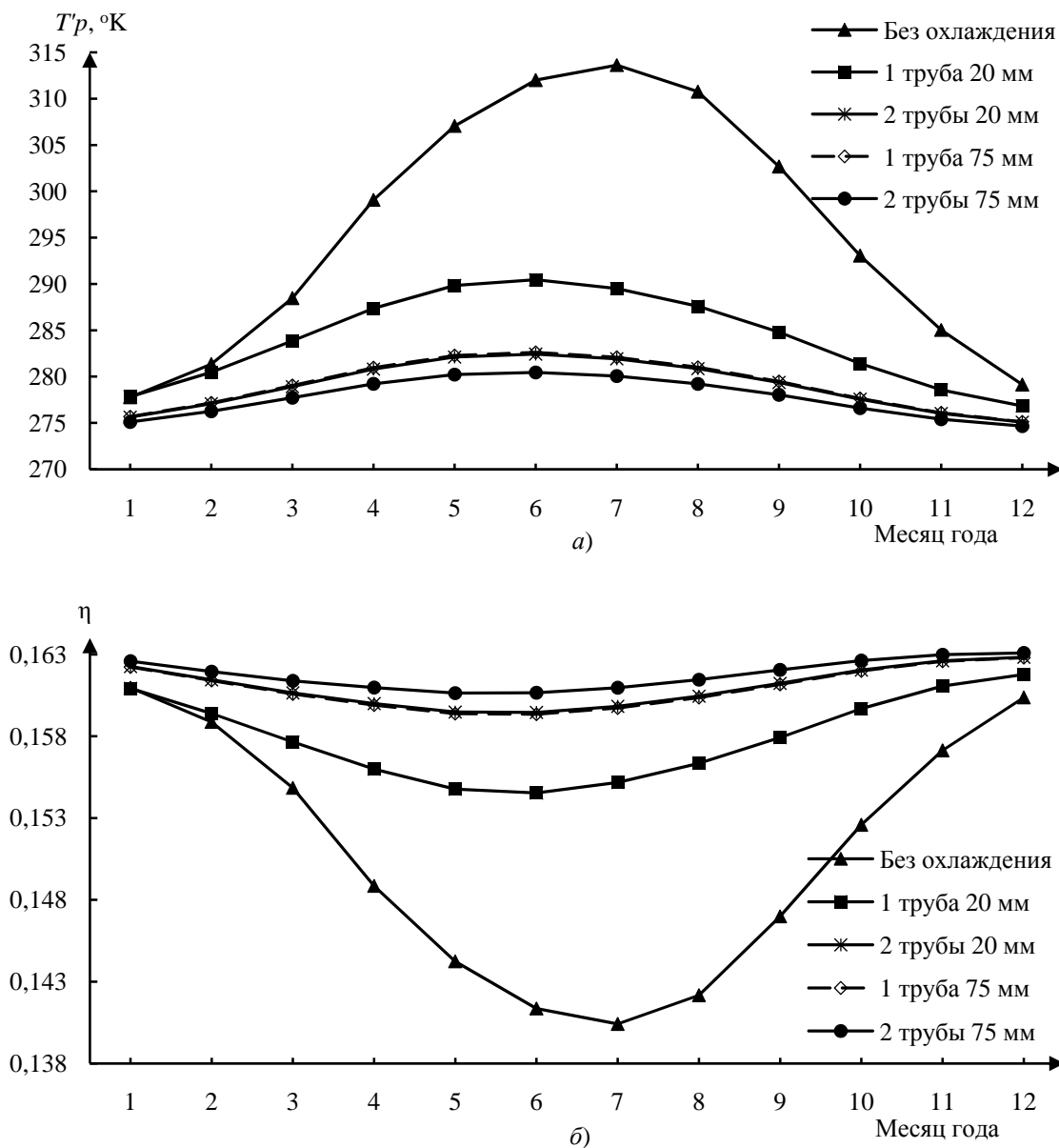


Рис. 3. Кривые изменения температуры поверхности фотоэлектрической панели T_p и ее КПД η в течение года для систем охлаждения с одной и двумя трубами

Из рис. 3 следует, что наиболее эффективной из рассмотренных систем охлаждения фотоэлектрических панелей является система с двумя трубами с наружным диаметром 75 мм. Так, в июле, когда температура наружного воздуха максимальна, температура поверхности панели снижается на 33,5 °К до 280 °К, что, в свою очередь,

приводит к увеличению КПД на 2% по сравнению с неохлаждаемой панелью.

Размеры трубы, по которой подается охлаждающая жидкость, оказывает значительное влияние на эффективность системы охлаждения, о чем свидетельствуют практически равные характеристики системы с двумя трубами с

наружным диаметром 20 мм и системы с одной трубой с наружным диаметром 75 мм.

ВЫВОДЫ

Проанализированы существующие системы охлаждения поверхности фотоэлектрических преобразователей. Смоделирована работа двух систем с использованием труб с охлаждающей жидкостью, которые проходят под поверхностью фотоэлектрической панели. Рассмотрено влияние размеров трубы на эффективность работы системы. Разработанная методика позволяет анализировать работу систем охлаждения поверхности фотоэлектрических панелей на этапе их проектирования. Это облегчит работу разработчикам аналогичных систем, предоставит возможность выбора параметров системы охлаждения для каждого конкретного случая.

Показано, что, к примеру, в июле месяце, с помощью двух полипропиленовых труб диаметром 75 мм, по которым подается охлаждающая жидкость с температурой 273 °К, можно охладить единичную площадь фотоэлектрической панели на 33,5 °К до 280 °К, увеличив тем самым КПД панели на 2% по сравнению с неохлаждаемой панелью. Следует отметить, что снизив температуру охлаждающей

жидкости, удастся добиться еще большей эффективности рассматриваемых систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Photovoltaic panels: A review of the cooling techniques / F. Grubisic-Cabo, S. Nizetic, T. G. Marco // Transactions of FAMENA. 2016. V. 40. Special issue 1. P. 63 – 74.
2. Handbook of Photovoltaic Science and Engineering / Edited by A. Luque and S. Hegedus. 2nd Edition. UK: John Wiley & Sons Ltd, 2011.
3. Duffie J.A., Beckman W.A. Solar Engineering of Thermal Processes. [3rd Edition]. UK: John Wiley & Sons Ltd, 2006.
4. Comparison of Solar Photovoltaic Module Temperature Models / A.Q. Jakhriani, A.K. Othman, A.R.H. Rigit, S.R. Samo // World Applied Sciences Journal. 2011. V. 14. P. 1 – 8.
5. Skoplaki E., Palyvos J.A. On the temperature dependence of photovoltaic module electrical performance: A review of efficiency/power correlations. Solar Energy. 2009. V. 83. P. 614 – 624.
6. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б. В.1.1-27:2010. К.: Мінрегіонбуд України, 2011.

Bekirov E. A., Asanov M. M.

ANALYSIS OF THE PHOTOVOLTAIC PANELS' WATER COOLING SYSTEMS

Summary. The influence of heating the surface of photoelectric converters on the reliability and efficiency of their operation is analyzed. It is shown that even a slight increase in the temperature of the photocell surface has a significant effect on its output characteristics. The authors investigated two types of panels' water cooling systems. Systems with pipes of different diameters are analyzed. Statistical data on the temperature of the environment, solar radiation incident on unit area of the panel, and wind speed were taken for the Simferopol city. To evaluate the efficiency of cooling systems, a mathematical model was used to find the efficiency of the photovoltaic panel before and after cooling.

Keywords: photoelectric converters, water cooling, work efficiency

УДК 628.356

РЕАГЕНТНЫЙ МЕТОД УДАЛЕНИЯ АММОНИЙНОГО АЗОТА ИЗ СТОЧНЫХ ВОД ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Субботкин Л.Д.* , Урецкий Е.А.**

*Академия строительства и архитектуры (структурное подразделение)

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»,

295007, Республика Крым, г. Симферополь;

**Брестское отделение Белорусской Инженерной Технологической Академии (БИТА)

email: ldsword@rambler.ru

Аннотация. Проведены исследования подтверждающие возможность удаления аммонийного азота не менее 80% из сточных вод животноводческих комплексов с помощью предварительной реагентной очистки и последующего связывания его в комплексное удобрение магний-аммоний ортофосфат. Показано, что для извлечения аммония из сточных вод требуется значительное количество реагентов, однако эти реагенты, обогащённые аммонием, практически полностью могут быть извлечены и в дальнейшем использованы в качестве более ценного минерального удобрения.

Ключевые слова: сточная вода, концентрация, аммонийный азот, технология очистки, комплексное удобрение

ВВЕДЕНИЕ

Современные животноводческие комплексы, работа которых основана на применении прогрессивных поточных технологий производства мяса, являются крупными потребителями воды и источниками образования больших объемов высококонцентрированных навоз содержащих сточных вод.

Так, например, в Республике Беларусь животноводческие комплексы вносят в окружающую среду до 40...45 млн. м³/год сточных вод с высокими концентрациями загрязнений, наличием яиц гельминтов и большим количеством патогенных микроорганизмов. Основной формой утилизации сточных вод является почвенный полив, причём безо всякой предварительной очистки и дезинфекции, что представляет серьёзную угрозу окружающей природной среды [1].

Это обусловило значительное загрязнение почв многих районов, прилегающих к комплексам, аминами, нитритами, нитратами, калием, фосфором и рядом других веществ, а также патогенными микроорганизмами. Причём стоки животноводческих комплексов загрязняют почвы водорастворимыми и обменными формами вышеназванных элементов, поэтому они легко проникают на глубину до 40 см и достигают максимума концентрации в компостном слое. С течением времени загрязнение почв делают их полностью непригодными к сельскохозяйственному использованию. Почвенно-геохимические аномалии простираются на расстояние до 3...5 км от животноводческих комплексов и имеют постоянную тенденцию к расширению. Полученные с этих земель корма и другая сельскохозяйственная продукция отличаются высоким содержанием нитратов и по санитарно-гигиеническим нормам являются непригодными для их использования [2].

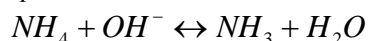
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ

Наиболее тяжелая ситуация складывается при размещении животноводческих комплексов в районах с неблагоприятными климатическими и гидрогеологическими условиями при необходимости прямого сброса очищенных сточных вод в естественные водоемы, так как применяемые методы биологической очистки сточных вод не позволяют достичь требуемую в этом случае степень удаления органических загрязнений.

Обследования очистных сооружений крупных животноводческих комплексов, размещённых на территории Брестской области, показали, что практически все водоохранные сооружения находятся либо в неработоспособном состоянии, либо вообще отсутствуют.

Таким образом, существует неотложная необходимость в разработке и ускоренном освоении новых высокоэффективных технологий очистки сточных вод животноводческих комплексов. Ключевым звеном в решении вопроса биологической очистки этих сточных вод является предварительное удаление аммонийного азота, оказывающего крайне негативное воздействие на ход биологических процессов.

Торможение этого процесса аммонийным азотом связано с наличием в воде свободного аммиака, ядовитого для микроорганизмов. Концентрация свободного аммиака основана на аммонийном равновесии



По данным ВНИИ ВОДГЕО, свободный аммиак ингибирует *Nitrosomonas* при концентрациях от 10 до 150 мг/л, а *Nitrobakter* при концентрации свыше 1 мг/л.

Среди крупных животноводческих комплексов следует выделить свинокомплексы,

сточные воды которых отличаются более повышенным содержанием загрязнений. Среднее содержание ионов аммония в неочищенных сточных водах свинокомплексов колеблется в пределах 400...1200 мг/л. Сточные воды свинокомплексов представляют серьёзную угрозу для окружающей природной среды, в тоже время эти сточные воды имеют высокую агрономическую ценность, так как в них содержится большое количество органических веществ и биогенных элементов. Например, годовое количество сточных вод свиноводческого комплекса мощностью 108 тыс. голов составляет более 1 млн. м³. При этом в них содержится 730 т азота, 300 т фосфора, 360 т калия. По количеству содержащихся в них загрязнений сточные воды такого комплекса эквивалентны хозяйственно-бытовым стокам города с населением 460...640 тысяч человек.

Большинство разработанных и предложенных методов удаления аммонийного азота из сточных вод, таких, как отдувка в щелочной среде, ионный обмен, нитрификация-денитрификация, биологическая очистка с использованием симбиотического активного ила и другие, как правило, приводят к безвозвратной потере аммонийного азота и поэтому не могут быть использованы в технологиях, обеспечивающих его эффективную утилизацию. Помимо этого, подобные методы дороги, энергоёмки, требуют сложного аппаратного оформления и дефицитных комплектующих компонентов.

Оптимальным методом удаления аммонийного азота из сточных вод мог бы очевидно быть тот, который одновременно с высокой степенью очистки давал бы возможность утилизировать используемые реагенты, извлечённый аммонийный азот, и другие биогенные элементы, и органические вещества, в больших количествах присутствующие в сточных водах животноводческих комплексов и в особенности свиноводческих комплексов.

С этой точки зрения наибольшее внимание привлекает способ реагентного удаления аммонийного азота, основанного на его взаимодействии с солями ортофосфорной кислоты в присутствии ионов магния. Предположительно в процессе такого взаимодействия должен образовываться слабо растворимый ортофосфат магния-аммония $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$, являющийся ценным комплексным удобрением [3, 4, 5].

Из агрономии известно, что все компоненты этого удобрения находятся в доступной для растений форме. Оно может вноситься без ограничений под большинство сельскохозяйственных культур. Причем, ортофосфат магния-аммония рекомендуется применять на сильнокислых и слабокислых почвах, при орошаемом земледелии. Это особенно важно для Республики Беларусь, где в основном почвы кислые.

Однако, малая изученность физико-химических явлений, проявляющихся при синтезе фосфатов, может быть причиной неоднозначных результатов, получаемых различными авторами по синтезу соединений по известным прописям [6].

Описанные в литературе способы получения фосфатов различаются как с точки зрения используемых приёмов, так и характером протекающих при этом физико-химических процессов. При этом выбор оптимального метода определяется прежде всего природой синтезируемого соединения [7].

При этом необходимо найти относительно простой в технологическом отношении, но в тоже время эффективный метод удаления аммонийного азота; а также способ максимального извлечение и утилизации в качестве удобрений органических веществ и биогенных элементов, содержащихся в сточных водах [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для реализации поставленной задачи был использован реагентный метод удаления аммонийного азота [10]. Для исследования были взяты сточные воды свинокомплекса "Беловежский" Брестской области. Характеристики исходной пробы: цвет темно-зелёный, бутылочного стекла, жидкость непрозрачная, с сильным запахом, pH = 7,0, концентрация ионов аммония $NH_4^+ = 1200$ мг/л (осреднённый результат из трех проведенных определений). Физико-химические исследования процесса удаления ионов аммония из сточных вод проводилось на установке, приведенной на рис.1.

Определение содержания ионов NH_4^+ в сточных водах выполнялось по стандартной методике. В качестве реагента был использован двойной суперфосфат $Ca(H_2PO_4)_2$ - удобрение с содержанием активного продукта PO_4^{3-} (40%) и оксид магния MgO х.ч.

Перед началом экспериментов были определены стехиометрические доли магния Mg_2^+ и ортофосфата PO_4^{3-} , необходимые для связывания одного иона аммонийного азота NH_4^+ .

Весовые части для $M_{Mg} = 24$; $M_{PO_4^{3-}} = 94$; $M_{NH_4^+} = 18$;

$$M_{Mg}/M_{NH_4^+} = 24/18 = 1,41;$$

$$M_{PO_4^{3-}}/M_{NH_4^+} = 94/18 = 5,52$$

По стехиометрии соотношение $NH_4^+ : PO_4^{3-} = 1 : 5,22$.

С учетом 40% активности удобрения по PO_4^{3-} это соотношение увеличивается в 2,5 раза ($100\%/40\% = 2,5$), т.е. $NH_4^+ : PO_4^{3-} = 1:13$.

Для экспериментов с превышением стехиометрии в 1,2 раза соотношение $NH_4^+ : PO_4^{3-} = 1:15,7$.

В первой серии опытов исследовалась зависимость снижения концентрации аммонийного азота в пробе сточных вод от объема (доли) введенного реагента при pH = 9 – 9,5. Применялись порошкообразные MgO и удобрение (гранулы двойного суперфосфата, протертые в ступке до

порошка). После достижения заданной величины pH в пробе с помощью MgO смесь перемешивалась на магнитной мешалке в течение 2 часов. Затем

добавляли расчётное количество удобрения (по стехиометрии, меньше стехиометрического, больше стехиометрического соотношения $\text{NH}_4^+ : \text{PO}_4^{3-}$).

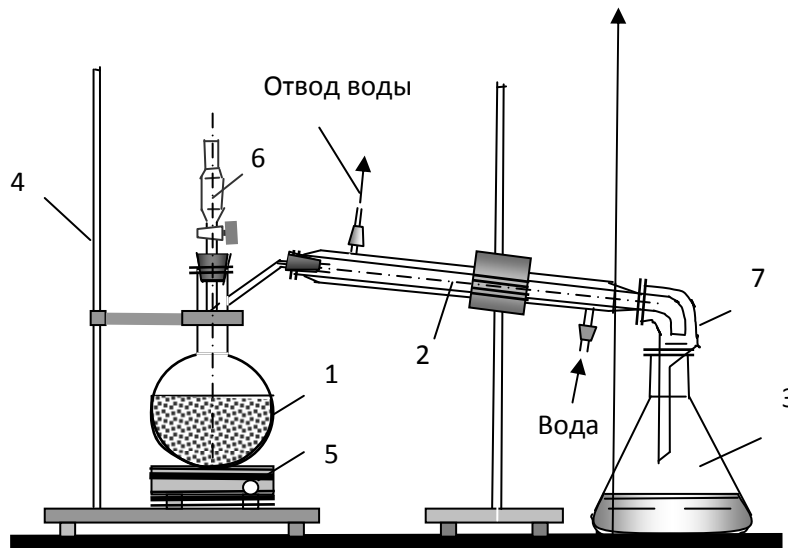


Рис. 1. Установка для определения аммонийного азота в сточных водах: 1 – колба Вюрца; 2 – холодильник Либиха; 3 – коническая плоскодонная колба V=250 мл; 4 – штативы; 5 – электроплитка; 6 – делительная воронка; 7 – алонж.

Снова, в течение 2 часов длилось перемешивание, затем 2 часа отстаивание. Декантат использовали для определения содержания аммония методом перегонки согласно стандартной методике. Каждая проба анализировалась 3 раза. В таблице 1

приведены осреднённые результаты, а на графике, показанном на рис. 2 приведены зависимости эффективности удаления аммонийного азота от доли внесённого суперфосфата по результатам каждого опыта.

Эффективность удаления аммонийного азота NH_4^+ , %

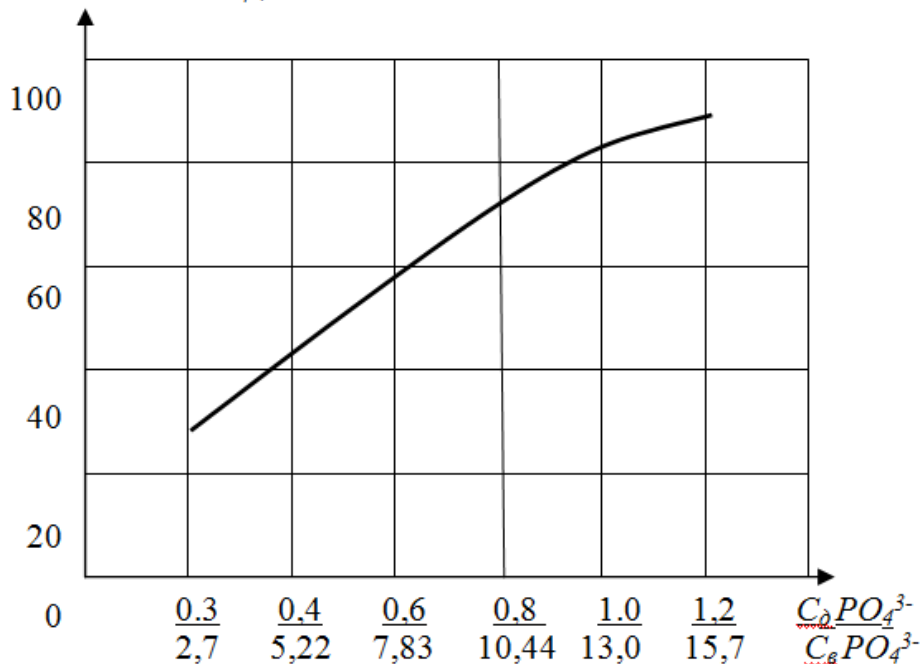


Рис. 2. Зависимость удаления аммонийного азота от доли введённого двойного суперфосфата

Примечания: $C_p \text{PO}_4^{3-}$ - доля PO_4^{3-} - от стехиометрической; $C_o \text{PO}_4^{3-}$ - доля PO_4^{3-} - отношение весовой части продукта к 1 весовой части NH_4^+

Таблица 1.

Зависимость удаления аммонийного азота от доли введенного двойного суперфосфата (среднённые показатели)

№№ п/п	рН исходной пробы	Концентрация Ионов NH ₄ ⁺ , мг/л	Доля MgO		рН после введения MgO	Доля PO ₄ ³⁻		рН после отстаивания	Концентрация ионов NH ₄ ⁺ , мг/л	*Эффективность удаления ионов NH ₄ ⁺ %
			Стехиомет- рическая	весовая		Стехиомет- рическая	Весовая			
Т.1	7,0	1190	1	2	7,0	0,34	4,5	7,0	840	27
										30
										33
Т.2	7,0	1244	2,55	5,1	9,2	0,84	11	8,45	317	72,5
										75
										77,5
Т.3	7,0	1200	2,5	5	9,2	1,0	13	7,76	216	80,5
										82
										83,5
Т.4	7,0	1200	2,5	5	9,25	1,2	15,7	7,62	187	84,5
										85,5
										88

*Численные данные эффективности удаления ионов NH₄⁺ из сточной воды указаны по результатам проведённых опытов

Наблюдения за изменениями характеристик сточной воды в процессе обработки показали:

- цвет воды при введении реагентов менялся от белого до жёлтого, что было обусловлено тонкодисперсной взвесью MgO;

- отстоянный раствор становился прозрачным;

- частицы осадка уплотнялись с течением времени, при этом объем, осадка уменьшался с 34 % от общего объема пробы после первых двух часов отстаивания, до 27 % после четырех часов отстаивания; осадок оказался трудно фильтруемый;

- значения рН менялись от 9,2 до 7,7 после отстаивания;

- запах ослабел в значительной степени;

- с увеличением дозы реагента в 2 раза концентрация ионов NH₄⁺ снижалась по сравнению с исходной с 1,2 г/л до 0,2 г/л; эффект удаления ионов NH₄⁺ достигал до 86 % в среднем.

Результаты проведенных исследований были использованы Транснациональными компаниями HOFFLAND ENVIRONMENTAL, Inc. и AETE International, Inc. (США) для создания технологий очистки сточных вод животноводческих комплексов, в частности, для технико-коммерческого предложения на поставку технологического оборудования для канализационных очистных сооружений животноводческого комплекса РУСП СГЦ «Западный» на 100 тыс. голов свиней в д. Большие Мотыкалы Республики Беларусь. В комплект поставки входило оборудование по очистке навозосодержащих сточных вод до уровня ПДК на полив сельскохозяйственных угодий и выпуска в реку Сорока, обработке осадков сточных вод с получением комплексного удобрения, которое имеет название «струвит».

Схемы технологических и технических решений, предложенных для реконструкции очистных сооружений действующего свиного комплекса приведены на рис. 3, 4, 5. Предлагаемая схема реконструкции очистных сооружений представлена на рис. 3, а блок-диаграмма технологического процесса показана на рис.4. Вариант обработки стоков содержащих высокие концентрации аммиака с образованием комплексного минерального удобрения - магний-аммоний ортофосфата показана на рис. 5.

Свиноводческий комплекс РУСП СГЦ «Западный» имеет канализационные очистные сооружения производительностью 2800 м³/сут. Сточные воды, образующиеся в результате гидросмыва навоза, первоначально поступают на решётки для задержания крупноразмерных загрязнений. Затем они направляются на дуговые сита для процеживания, где происходит разделение потока воды на жидкую фазу (95%) и навоз (5%). Навоз, объемом 140 м³/сут, поступает на дозатор навоза, откуда на транспортёр и далее в приемный резервуар биогазовой установки. Сточные воды, объемом 2660 м³/сут, поступает на аэрируемые песколовки с круговым движением воды. Задержанный в песколовках песок удаляется с помощью гидроэлеваторов на песковые площадки. Сточные воды отводятся в накопитель емкостью 500 м³, оборудованный погружной аэрочайкой. Из накопителя сточная вода подается на два вертикальных отстойника емкостью 118 м³ каждый. В отстойнике сточная жидкость отстаивается, а образующийся осадок отводится на обезвоживание на вакуум фильтры, а затем на биогазовую установку.

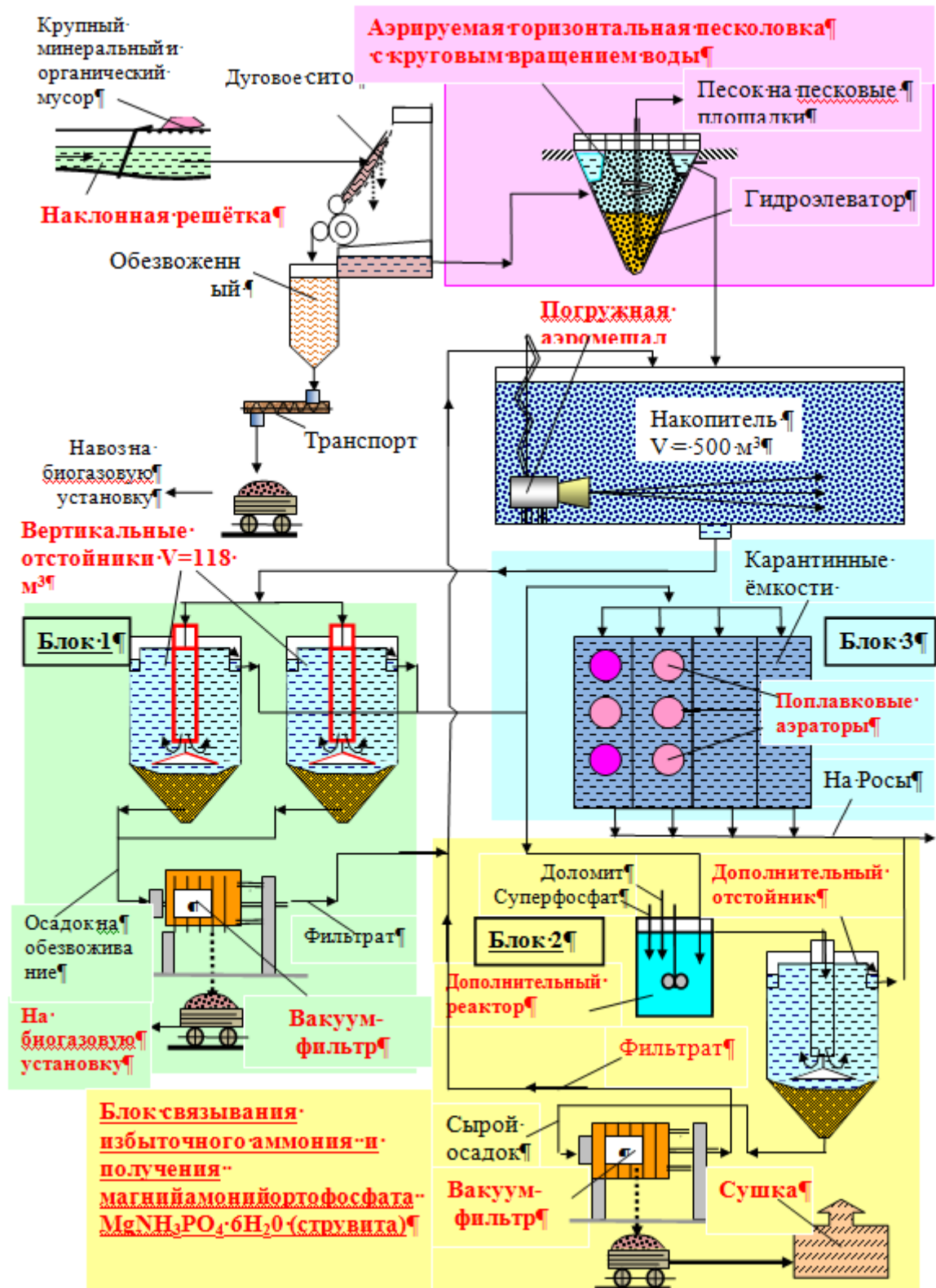


Рис. 3. Предлагаемая схема реконструкции очистных сооружений свиноплекарского комплекса на 86 тысяч голов РУСП СГЦ «Западный»



Рис. 4. Предлагаемая блок-диаграмма процесса

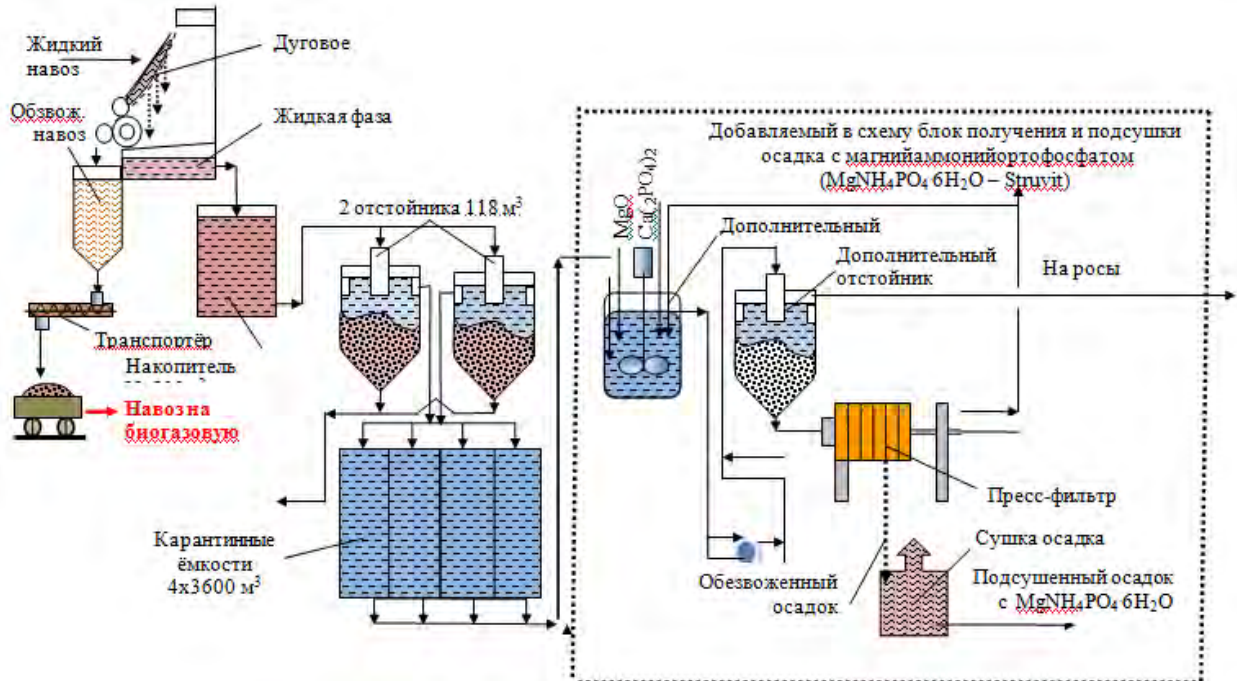


Рис. 5. Вариант обработки стоков содержащих высокие концентрации аммиака для РУСП СГЦ «Западный»

Осветленная сточная вода поступает в реактор связывания аммонийного азота с помощью доломита и суперфосфата в труднорастворимый магний амоний-ортофосфат $MgNH_3PO_4 \cdot 6H_2O$ - струвит. Затем сточная вода отводится в дополнительный отстойник для осаждения струвита. Из отстойника осветлённая вода перекачивается в ёмкости для нитро-денитрификации. Осадок, содержащий струвит, направляется на вакуум-фильтры для обезвоживания и последующей подсушки. Сушка осадка предусмотрена на установке пульсирующего горения [8]. Подсушенный осадок используется сельскохозяйственными предприятиями как комплексное удобрение.

Выводы

Проведенные исследования подтверждают возможность эффективного удаления аммонийного азота не менее 80% с помощью предварительной реагентной очистки.

Обработанные стоки хорошо осветляются. При этом в осадок выпадает магний-аммоний ортофосфат $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ - комплексное минеральное удобрения, широко используемое под все сельскохозяйственные культуры.

Для извлечения аммония требуется значительное количество реагентов, однако эти реагенты, обогащенные аммонием, практически полностью могут быть извлечены и в дальнейшем

использованы в качестве более ценного минерального удобрения.

Для удаления аммонийного азота из бытовых сточных вод необходимо провести дополнительно отдельные исследования.

Литература.

1. Челноков А.А., Ющенко Л.Ф., Фридлянд М.Е. Экологические проблемы республики Беларусь и пути их решения. - Мн.: 1999. – 47 с.

2. Челноков А.А., Ющенко Л.Ф., Фридлянд М.Е. Состояние природной среды Беларуси и пути её улучшения/ справочное пособие. - Мн.: Минский экологический совет. - 2000. – 52 с.

3. Павлюченко М.М., Терентьев В.М., Продан Е.А. и др. Полифосфаты и минеральное питание растений. Мн.: Наука и техника. - 1978. - 231 с.

4. Кочетков В.Н. Фосфорсодержащие удобрения. - М.: Химия. - 1982. – 400 с.

5. Петербургский А.В. Система применения удобрений. - М.: Колос. - 1984. - 272 с.

6. Продан Е.А., Самускевич В.В. Стабильность и реакционная способность фосфорных солей. - Мн.: Наука и техника. - 1994. – 312 с.

7. Факеев А.А., Хомутова Т.В., Быковская А.С. и др. Методы получения и очистки фосфатов элементов II группы периодической системы Д.И.Менделеева: Обзор информ. Сер. «Реактивы и особо чистые вещества». М.: НИИТЭХИМ. - 1983. – 68 с.

8. Митин Б.А., Северянин В.С., Субботкин Л.Д., Северянина Л.П. Установка для термического обезвреживания отходов животноводческих комплексов. А. с. № 850989. – Оpubл. 30.07.81. - Бюл. № 28.

9. Урецкий Е.А. Предварительная реагентная очистка сточных вод животноводческих комплексов от аммонийного азота и биогенных элементов. Белорусский гос. проектный ин-т. - НИР. 1994.

10. Урецкий Е.А. К вопросу очистки сточных вод животноводческого комплекса// Вестник Брестского гос. техн. ун-та. – Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика.– № 28, 2006. – С. 56 – 64.

CHEMICAL METHOD OF REMOVING AMMONIA NITROGEN FROM WASTEWATER OF LIVESTOCK FARMS

Summary. The conducted research confirmed the possibility of removal of ammonium nitrogen not less than 80% of sewage of cattle-breeding complexes with preliminary chemical treatment and further bind it to complex fertilizer magnesium-ammonium orthophosphate. It is shown that for the extraction of ammonium from wastewater requires a substantial amount of reagents, but these reagents, enriched in ammonia, almost completely can be extracted and further used as a complex fertilizer.

Key words: waste water, concentration, ammonia nitrogen treatment technology, complex fertilizer

УДК 621.311

РОСТ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ В КРЫМУ

Бекиров Э.А., Воскресенская С.Н., Асанов М.М.

Физико-технический институт ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»,
Симферополь, ул. Киевская, 181E-mail: kaf_energo@cfuv.ru

Аннотация. Приводится анализ роста электропотребления в Крыму на период до 2020 года. Предусмотрено два варианта прогноза спроса – базовый и вариант опережающего развития. Второй вариант может наблюдаться в случае внедрения инвестиционных проектов. Также показано распределение мощности для различных энергорайонов Крыма, представлены графики изменения электрической нагрузки энергосистемы для полуострова и города Севастополь.

Ключевые слова: электропотребление, мощность, прогноз, энергосистема, нагрузка.

ВВЕДЕНИЕ

В январе 2015 года пиковая мощность в Крыму составляла порядка 1,2 ГВт, но в результате осуществления инвестиционных проектов по развитию различных отраслей жизнедеятельности данная цифра со временем возрастет. Еще в 2014 году украинскими учеными проводился анализ возможных перспектив развития электроэнергетики Крыма [1], но о внедрении новых крупных электростанций и речи не было. В основном до момента вхождения республики в состав России реализовывалось строительство электростанций малой мощности на базе возобновляемых источников энергии. Одним из недостатков такого положения дел было ограничение развития полуострова. На настоящий момент проводится строительство нескольких объектов инфраструктуры, запускается ряд производств, которые в дальнейшем потребуют больших затрат электроэнергии. На полуострове часть собственной генерации обеспечивается за счет солнечных и ветровых электростанций, являющихся нестабильными источниками, но благодаря проектам строительства новых теплоэлектростанций с парогазовыми установками в Севастополе и Симферополе с мощностью по 470 МВт, к 2018 году появится возможность расширения производств, обеспечения надежности электроснабжения жилищно-бытового сектора.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Структура потребления на настоящий момент выглядит следующим образом: промышленность – 40,2%, сельское хозяйство – 3,9%, население – 46,2%, социальная сфера – 2,3%, прочее – 7,4% [2]. Одним из факторов, сдерживающих экономическое и энергетическое развитие Крыма является дефицит собственных энергетических ресурсов. Полезные ископаемые представлены месторождениями сырой нефти, природного газа и газового конденсата, разведанные запасы которых составляют соответственно 11,5 млн.т., 65,6 млрд.м³ и 2,2 млн.т. [3]. Еще одним фактором является территориальная обособленность, осложняющая интеграцию энергетической и других

отраслей в общероссийскую систему. В результате только 29 декабря 2016 года управление энергосистемой Крыма и Севастополя было передано под юрисдикцию «Объединенному диспетчерскому управлению энергосистемы Юга», осуществляющему централизованное оперативно-диспетчерское управление в Единой энергетической системе России [4]. Таким образом, появилась возможность оценивать потребности полуострова в контексте с генерацией и электропотреблением юга России. На настоящий момент передаваемая мощность ограничена пропускной способностью энергомота из Кубани через подстанции «Тамань» и «Тузла». Развитие энергетической отрасли, обеспечивающее возрастающие нужды электропотребления, возможно за счет строительства новых электрогенерирующих станций.

На настоящий момент ряд научных публикаций раскрывает возможности внедрения в Крыму солнечной энергетики [5 – 7], в основном оценка сводится к тому, что крупные и малогабаритные проекты являлись и являются хорошей перспективой для Крыма [8], особенно для автономного использования [9, 10], но они могут использоваться только в качестве дополнения к традиционной энергетике.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЙ

Целью публикации является анализ роста электропотребления в Крыму на период до 2020 года. При этом рассматриваются различные сценарии возможного развития. Используется метод теоретического анализа.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В результате перехода Крыма под юрисдикцию Российской Федерации на ближайшие несколько лет предусмотрен план развития энергетической отрасли. Рост потребления электроэнергии в свою очередь связан с развитием существующих комплексов: санаторно-курортного, агропромышленного (в первую очередь виноградарства и виноделия), судостроительного и судоремонтного. Так же значительный вклад в общие затраты вносит жилищный сектор и сфера услуг. Для оценки в данном случае используется

базовый прогноз спроса на электроэнергию. В соответствии с ним спрос к 2020 году возрастет по сравнению с 2014 примерно на 17% и составит 7,8 млрд. кВтч. Таким образом, среднегодовой прирост электропотребления выражается значением 2,7% для энергосистемы Республики Крым и города Севастополь в целом: 2,5% – для Крыма и 3,3% – для Севастополя.

Согласно прогнозу спроса по варианту опережающего развития к 2020 году потребление увеличится на 28% и составит 8,5 млрд. кВтч. При этом среднегодовой прирост в целом представлен значением 4,2%: 4,2% – для Крыма и 4,4% – для Севастополя. Данный вариант возможен в случае осуществления инвестиционных проектов в различных сферах деятельности. Примерами таких инвестиционных проектов могут служить:

- развитие аэропортового комплекса "Симферополь" (20 МВт);
- строительство многоэтажного жилья с полной развитой инфраструктурой в Симферопольском районе (10,8 МВт);

- строительство цементного завода в Керчи (84,2 МВт);

- строительство военных городков в Симферопольском районе, с. Перевальное (8,2 МВт).

По состоянию на 2016 год структура потребления в Крыму может быть выражена следующим образом: промышленность – 40,2%, сельское хозяйство – 3,9%, население – 46,2%, социальная сфера – 2,3%, прочее – 7,4%.

Прогноз роста мощности электропотребления приведен в таблице 1.

Как видно из таблицы 1 разница темпов прироста для базового варианта и варианта опережающего развития составляет порядка 2,6%. При этом нагрузка потребителей города Севастополя возрастет с 18,67% до 20,24% или до 21,14% соответственно.

Для остальных городов и районов Крыма распределение мощности показано в таблице 2.

Таблица 1.

Прогнозные электрические нагрузки энергосистемы Республики Крым

Наименование	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Базовый вариант							
Максимальная электрическая нагрузка, МВт	1296	1315	1360	1408	1440	1481	1522
Темпы прироста нагрузки, %	0,1	1,5	3,4	3,5	2,3	2,8	2,8
в том числе							
совмещенная нагрузка ГУП «Севастопольэнерго» на период	242	250	257	267	280	295	308
Темпы прироста нагрузки, %	-6,2	3,3	2,8	3,9	4,9	5,4	4,4
Вариант опережающего развития							
Максимальная электрическая нагрузка, МВт	1296	1315	1366	1425	1490	1570	1655
Темпы прироста нагрузки, %	0,1	1,5	3,9	4,3	4,6	5,4	5,4
в том числе							
совмещенная нагрузка ГУП «Севастопольэнерго» на период	242	250	268	285	310	330	350
Темпы прироста нагрузки, %	-6,2	3,3	7,2	6,3	8,8	6,5	6,1

Как видно из таблицы 2 наибольшее потребление останется за Симферопольским энергорайоном, доля которого к 2020 году ожидается 39% или 38% в зависимости от варианта развития. В данном случае следует отметить, что для 2014 года, выбранного в качестве базового, цифра составляет 42%. Это говорит о том, что в

Крымю планируется всестороннее развитие. В частности перспективным в плане энергопотребления является Феодосийско-Керченский энергорайон. Для него среднегодовой прирост электрической нагрузки может составить 4,5% согласно базовому или 5,8% согласно варианту опережающего развития.

Таблица 2.
Потребление различных энергорайонов Республики Крым, МВт

Наименование энергорайона	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Базовый вариант							
Феодосийско-Керченский	239	247	250	278	280	307	312
Ялтинский (ЮБК)	135	137	142	147	150	155	160
Евпаторский	134	134	135	137	138	140	142
Симферопольский	546	552	571	579	587	592	600
Вариант опережающего развития							
Феодосийско-Керченский	239	242	253	280	298	315	335
Ялтинский (ЮБК)	135	137	145	149	157	173	177
Евпаторский	134	134	137	141	150	154	160
Симферопольский	546	552	574	585	600	618	633

Если рассматривать развитие энергосистемы Крымского полуострова, то необходимо учитывать не только возможность увеличения спроса на электроэнергию, но и изменение величины пиковой мощности в течение суток. При этом следует учитывать, что зимой энергии потребляется больше.

На рисунке 1 представлены графики распределения электрической нагрузки энергосистемы Крыма и города Севастополя. Максимум электропотребления наблюдается в

вечернее время: для рисунка 1, а, – с 18 до 19 часов, для рисунка 1, б, – с 18 до 20 часов. Также наличие максимума следует отметить в утреннее время – в районе 9 – 10 часов и 9 – 11 часов соответственно. Тем не менее, потребление в данном случае примерно на 6 – 7% меньше. Днем нагрузка уменьшается на 10 – 12% по сравнению с вечерним пиком или на 4 – 6% по сравнению с утренним. Наибольший спад наблюдается в ночное время с 2 до 5 часов. По сравнению с максимальной цифрой потребление уменьшается на 33 – 42%.

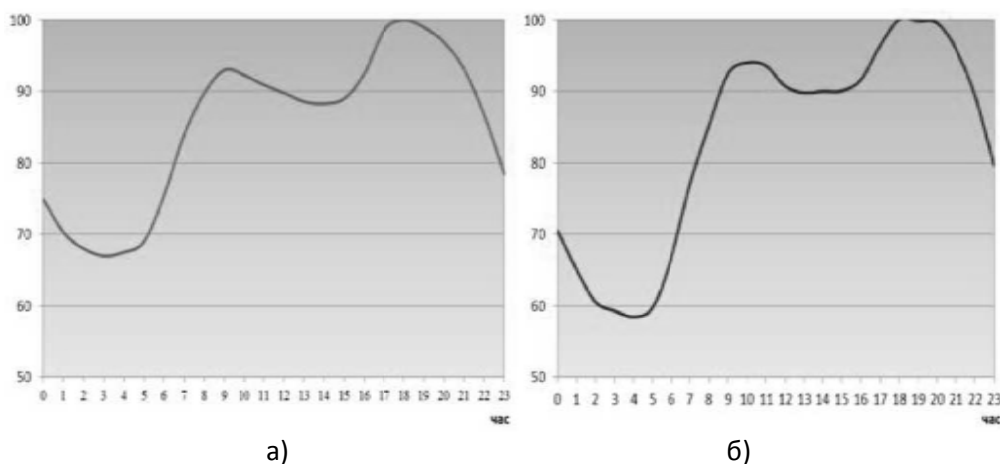


Рис. 1. Графики электрической нагрузки зимних рабочих суток для: а) энергосистемы Республики Крым в целом; б) энергосистемы города Севастополя

Следует также отметить, что в межсезонье и летом нагрузка может значительно снижаться, что видно из таблицы 3. Особенностью крымской энергетической системы является меньшее значение

пиковой мощности в межсезонье по сравнению с летом. Это связано с развитием рекреационной сферы деятельности.

Таблица 3.

Колебание максимумов электрических нагрузок для различных сезонов года для энергосистемы Республики Крым и города Севастополя

Сезон	Процентное соотношение по сравнению с зимним максимумом для рабочего дня, %			
	для рабочего дня		для выходного дня	
	Максимум нагрузки	Минимум нагрузки	Максимум нагрузки	Максимум нагрузки
Зима	100	70	89	57
Межсезонье	70	43,4	66,5	42,6
Лето	77	49,3	69,3	45,4

ВЫВОДЫ

Таким образом, развитие энергетического сектора Крыма тесно связано с экономическим развитием. При вводе в эксплуатацию новых крупных электропотребителей понадобится большее количество энергии, произойдет рост пиковой мощности. Для Крыма предусмотрено два варианта прогноза спроса – базовый и вариант опережающего развития. В первом случае электропотребление к 2020 году увеличится на 17%, а во втором – на 28%. Так же изменение величины пиковой мощности для всего энергетического комплекса срствит 2,8 и 5,4% соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клименко А.А. Особенности выбора энергогенерирующих мощностей для условий Крыма / А.А. Клименко, Е.К. Олесевич, К.С. Ткаченко // Строительство и техногенная безопасность. – Симферополь: Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, 2014. – № 52. – С. 100 – 104.

2. Мухин И.В. Современные проблемы обеспечения энергетической безопасности Крыма / И.В. Мухин // Вестник московского гуманитарно-экономического института. – Москва: Московский гуманитарно-экономический институт, 2014. – № 3(4). – С. 33 – 38.

3. Егорченко Т.И. Ресурсное обеспечения энергетической безопасности АР Крым / Т.И. Егорченко // Научные труды южного филиала национального университета биоресурсов и природопользования украины "Крымский агротехнологический университет". Серия: экономические науки. – Киев: Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, 2012. – № 147. – С. 209 – 215.

4. ГУП РК «КРЫМЭНЕРГО» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gup-krumenergo.crimea.ru/>, свободный. (Дата обращения: 09.12.2016 г.).

5. Горбунова Т.Ю. Оценка территории юго-восточного Крыма для использования системсолнечной энергетики / Т.Ю. Горбунова // Геополитика и экогеодинамика регионов. – Симферополь: Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, 2015. – № 11(17). – С. 49 – 60.

6. Ожегова Л.А. Пространственные особенности развития солнечной энергетики: глобальный и региональный аспекты / Л.А. Ожегова // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. – Симферополь: Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, 2014. – № 1, том 27(66). – С. 68 – 82.

7. Пенджиев А.М. Концепция развития возобновляемой энергетики Крыма / А.М. Пенджиев // Вестник МАНЭБ. – Международная академия наук экологии и безопасности жизнедеятельности, 2015. – № 2, том 20. – С. 57 – 64.

8. Афлятонов Р.Ф. Развитие солнечной энергетики в Крыму в постсоветский период / Р.Ф. Афлятонов, Р.В. Насипов // Исследование различных направлений современной науки. VIII Международная научно-практическая конференция. – Астрахань: Научный центр "Олимп", 2016. – С. 88 – 94.

9. Муровский С.П. Оптимизация состава и структуры автономных систем энергоснабжения на основе возобновляемых источников энергии / С.П. Муровский, Л.Д. Сокут // Строительство и техногенная безопасность. – Симферополь: Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, 2012. – № 44. – С. 115 – 124.

10. Муровский С.П. Разработка эффективной системы автономного энергоснабжения удаленных объектов на основе нетрадиционных возобновляемых источников энергии / С.П. Муровский, П.Н. Кузнецов // Строительство и техногенная безопасность. – Симферополь: Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, 2012. – № 43. – С. 122 – 126.

GROWTH OF ENERGY CONSUMPTION IN THE CRIMEA

Summary. The analysis of the growth of energy consumption in the Crimea for the period up to 2020 is brought. There are two types of prognosis of the demand – base and the option of advanced development. The second variant can be observed in the case of introduction of investment projects. Also shows the power distribution for various districts of the Crimea, graphs of change of the electric capacity of power supply system for the peninsula and Sevastopol.

Keywords: energy consumption, power, prognosis, power supply system, capacity.

УДК 629.7.036 621

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧНОСТИ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ С РАБОЧИМИ
КОНФУЗОРНЫМИ КОЛЁСАМИ

Боровский Б.И.*, Петров В.И.**

*Академия строительства и архитектуры

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», г. Симферополь,

**ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения», главный сотрудник, г. Москва

E-mail: tim4enko.zin@yandex.ru

Аннотация. В статье приводится модель оценки экономичности центробежных насосов с конфузторными колёсами основанная на результатах оптимизации геометрии колеса и соотношений используемых при расчёте насосов. Течение в конфузторном колесе увеличивает теоретический напор колеса. Экспериментальные исследования центробежных насосов с конфузторными колёсами показали, что с увеличением конфузторности повышается напор и КПД насоса при снижении уровня пульсаций и вибраций насоса. Приведена математическая модель оптимизации конфузторного колеса. Показано, что некоторое отклонение от оптимальности не исключает конфузторного эффекта течения в центробежном колесе.

Ключевые слова: Центробежный насос, конфузторное колесо, конфузторное течение жидкости, теоретический и действительный напоры насоса, модель оценки экономичности.

Введение

Насосы входят в различные технические системы, в том числе, в системы жизнеобеспечения зданий и сооружений. Они определяют их надёжность, ресурс, технико-экономические характеристики и энергоэффективность. Поэтому создание энергоэффективных насосов с высокими эксплуатационными и рабочими характеристиками является актуальной проблемой. При проектировании центробежных насосов с конфузторностью необходима предварительная оценка их экономичности. Этому посвящена данная статья.

Анализ публикаций

В работе [1] теоретически решена задача обтекания решётки профилей центробежного колеса. Показано, что характер течения существенно различается в зависимости от конфузторности межлопастного канала колеса, определяемой отношением площадей колеса на входе и выходе:

$$F_1/F_2 = \frac{D_1 b_1 \sin \beta_{1л}}{D_2 b_2 \sin \beta_{2л}} \quad (1)$$

где цифрами 1 и 2 обозначены параметры колеса на входе и выходе.

В случае диффузорных колёс $F_1/F_2 \leq 1$, при конфузторных колёсах $F_1/F_2 > 1$. Для диффузорного колеса коэффициент влияния конечного числа лопастей K_Z всегда меньше единицы ($0 \leq K_Z < 1$), $\bar{H}_T < \bar{H}_{T\infty}$ (теоретический напор колеса всегда меньше теоретического напора при бесконечном числе лопастей), а угол отставания потока на выходе колеса от направления лопастей $\delta = \beta_{2л} - \beta_2$ является положительным,

$\delta > 0$. При конфузторных колёсах $F_1/F_2 > 1$ угол отставания потока оказывается отрицательным, $\delta < 0$ и поэтому угол потока на выходе больше угла лопасти, $\beta_2 > \beta_{2л}$. В связи с этим возможны значения $K_Z > 1$, $K_Z < 0$ и $\bar{H}_T > \bar{H}_{T\infty}$. В частности, возможно $\bar{H}_T > 0$ при $\bar{H}_{T\infty} < 0$.

Изложенное показывает, что в конфузторном колесе характер течения обеспечивает повышение напора без увеличения наружного диаметра и частоты вращения колеса. Конфузторность течения определяется отношением скоростей потока на выходе и входе в колесо

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \bar{D}_1 \frac{b_1 \sin \beta_1}{b_2 \sin \beta_2} \quad (2)$$

$$\text{где } \bar{D}_1 = \frac{D_1}{D_2}.$$

Угол потока на выходе колеса находится из формулы

$$\text{ctg } \beta_2 = \frac{(1 - \bar{H}_T)}{\bar{c}_{2м}},$$

$$\text{где } \bar{H}_T = \frac{H_T}{u_2^2}; \quad \bar{c}_{2м} = \frac{c_{2м}}{u_2}.$$

Эти особенности течения в конфузторном центробежном колесе экспериментально подтверждены при испытаниях конфузторного колеса ($F_1/F_2 = 2,2$; $\beta_{2л} = 10^\circ$). Колесо работало в свободном пространстве без спирального сборника, углы потока на выходе колеса непосредственно измерялись [2]. В работах [3] и [4] испытания центробежных насосов со спиральными отводами показали энергетическую эффективность

использования конфузорных колёс с большой степенью конфузорности. Исследования [5], проведенные на насосе с диффузорным и конфузорным колёсами показали, что насосу с конфузорным колесом соответствуют меньшие пульсации и вибрации. В работе [6] получены соотношения для оптимизации конфузорных колёсах с учётом скорректированных по экспериментальным данным расчётных соотношений [7].

Цель и постановка задачи

Целью статьи является разработка модели оценки экономичности центробежных насосов с конфузорными колёсами. Задача состоит в сравнении расчётных и экспериментальных данных и расчётного сопоставление показателей насосов с конфузорным и диффузорным колесами.

Метод исследований

Методом исследований является анализ литературных данных с последующим математическим способом разработки модели оценки экономичности центробежных насосов с конфузорными колёсами.

Основная часть

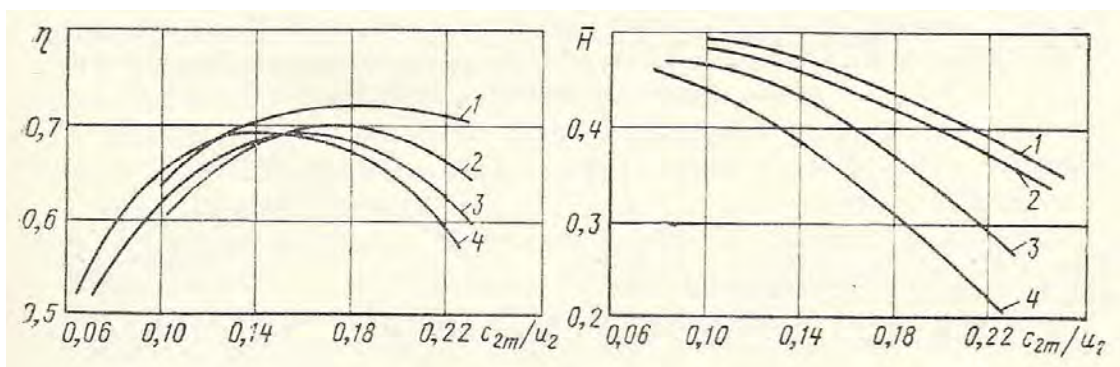


Рис. 1. Экспериментальные характеристики вариантов центробежного насоса с конфузорными колёсами

Некоторые геометрические и объёмный кпд 0,98, дисковый кпд 0,99, экспериментальные параметры этих вариантов даны в табл. 1. отметим, что гидравлический кпд определен исключение объёмного дискового и механического кпд из полного кпд насоса,

Таблица 1.

Данные испытанных вариантов центробежного насоса ($\bar{D}_1 = 0,53, Z = 7; \bar{c}_{2m} = 0,18$)

Ва- риант	$\beta_{1л},$ град.	$\beta_{2л},$ град.	F_1/F_2	\bar{H}/\bar{H}_4	\bar{H}_T	η_r	η	\bar{H}_{TP}/\bar{H}_T	η_{rp}/η_r	η_p/η
1	78,5	9	11,4	1,42	0,65	0,786	0,74	1,0	0,98	0,98
2	58,5	20	4,5	1,35	0,59	0,744	0,70	1,085	1,031	1,027
3	37,0	20	3,2	1,16	0,58	0,723	0,68	0,974	1,075	1,06
4	25,5	20	2,3	1,0	0,50	0,712	0,67	1,018	1,095	1,095

Режим 0,18 соответствует максимуму КПД 1-го и 2-го вариантов насоса и близок к максимуму КПД других вариантов.

В таблице 1 различная конфузурность вариантов насоса достигалась изменением входных и выходных углов лопастей. При этом рост напора и КПД насоса коррелируется с ростом конфузурности колеса. Таким образом, для создания энергоэффективных конфузурных колёс следует ориентироваться на колёса с большой конфузурностью, в том числе на оптимизированные колёса, учитывая при этом проектирование входной части колеса из условия обеспечения высокой антикавитационной устойчивости насоса (в частности, принимаются малые углы атаки и, следовательно, небольшие значения угла $\beta_{1л}$). Отметим, что возможно увеличению конфузурности колёс вентиляторов и компрессоров, где не стоит вопрос о кавитации. В случае насосов к повышению конфузурности может привести установка перед колесом шнека и проектирование колёс второй и последующих ступеней многоступенчатого насоса, для которых проблема кавитации уже отсутствует.

Приведём дополнительные параметры вариантов насоса: $b_1 = 22$ мм; $b_2 = 6,5$ мм; $D_2 = 86$ мм; $Q = 17,1$ л/с; $n = 12000$ об./мин.

Ниже даны соотношения для расчёта насосов с конфузурными колёсами.

Теоретический напор.

$$\bar{H}_T = \bar{H}_{T0}(\bar{H}_{T\infty} + \alpha_F c_{2m})$$

$$\bar{H}_{T0} = 1 - 0,333 \left[1 - \left(1 - \frac{7}{z} \sqrt{\frac{\beta_{1л} + \beta_{2л}}{360}} \right)^2 \right] -$$

$$- 0,47 \bar{D}_1^3 (1,2 - \tau_K)^2 / \sin \beta_{2л}$$

третий член равняется нулю при густоте решётки колеса $\tau_K > 1,2$, густота решётки определяется по формуле:

$$\tau_K = z / \pi \times$$

$$\times \sqrt{1 + 4\bar{D}_1 \sin^2 \frac{\beta_{1л} + \beta_{2л}}{2} / (1 - \bar{D}_1)^2}$$

$$\bar{H}_{T\infty} c_{2m} = 1 - \text{ctg} \beta_{2л};$$

Неоптимизированное колесо

$$\alpha_F = 0,28 \left(\frac{F_1}{F_2} - 1 \right) z^{0,333}.$$

Условие оптимизации угла

$$(\cos \beta_{2л})_{\text{опт}} = \frac{1}{k},$$

$$\text{где } k = 0,28 z^{0,333} \bar{D}_1 \frac{b_1 \sin \beta_{1л}}{b_2}.$$

Естественно, если $k < 1$, то вариант с соответствующими параметрами не может быть оптимизирован.

Максимальное отношение (оптимизированное колесо)

$$\left(\frac{\bar{H}_T}{\bar{H}_{T0}} \right)_{\text{макс}} = 1 + c_{2m} \left[\left(\frac{k}{(\sin \beta_{2л})_{\text{опт}}} - (\text{ctg} \beta_{2л})_{\text{опт}} - 0,28 z^{0,333} \right) \right]$$

Гидравлический КПД и действительный напор насоса.

Потери энергии в колесе определяются по формуле [9]:

$$\bar{L}_K = 0,5 \xi_K \bar{D}_1^2,$$

$$\text{где } \xi_K = 0,15 + \frac{0,18}{(0,77 - h_{ц})}.$$

Удельная работа циркуляционных сил

$$h_{ц} = \frac{\bar{D}_1 \left(\bar{D}_1 - \frac{\omega_2}{\omega_1} \right)}{\bar{H}_T}.$$

Потери в спиральном отводе складываются из потерь в спиральном сборнике и коническом диффузоре:

$$\bar{L}_{\text{отв}} = 0,5 \xi_{\text{отв}} \bar{H}_T^2$$

где $\xi_{\text{отв}} = \xi_c + \xi_{\text{кд}} (c_r / c_{2u})^2$ (для других видов отводов [9]).

Коэффициент потерь в спиральном сборнике

$$\xi_c = 1,1 + 1,45 (c_r / c_{2u})^2 - 2,4 (c_r / c_{2u}) \cos \alpha_2,$$

$$\text{tg} \alpha_2 = \frac{c_{2m}}{\bar{H}_T}; \quad c_r / c_{2u} = 0,55 - 0,65.$$

Коэффициент потерь в коническом диффузоре

$$\xi_{\text{кд}} = 1,15 \text{tg} \alpha_3 (F_{\text{вых}} / F_T - 1)^{1/3},$$

где индекс «г» соответствует горлу отвода (вход в отвод),

$$\alpha_3 = 2 \arctg \frac{(D_{\text{вых}} - D_T)}{2 \cdot l_{\text{кд}}},$$

$$\text{где } D_T = \left(\frac{4F_T}{\pi} \right)^{1/2} - \text{эквивалентный}$$

диаметр горла отвода.

Гидравлический КПД

$$\eta_T = 1 - 0,5 \xi_K \frac{\bar{D}_1^2}{\bar{H}_T} - 0,5 \xi_{\text{отв}} \bar{H}_T.$$

Действительный напор

$$\bar{N} = \eta_{\Gamma} \bar{N}_{\Gamma}$$

Объёмный КПД определяется по формуле

$$\eta_{об} = \frac{N_{\Gamma} \cdot Q}{N_{\Gamma} \cdot Q_{\Sigma}} = \frac{Q}{Q + Q_y}$$

где Q_y – расход утечек.

$$\eta_{об} = \frac{1}{\left(1 + \frac{0,68}{n_s^{0,67}}\right)}$$

По величине объёмного КПД находится сумма расходов $Q + Q_y$.

Дисковый КПД от трения двух дисках о жидкость определяется по формуле:

$$\eta_{д.} = \frac{N_{д.}}{\rho(Q + Q_y) \cdot N_{\Gamma} + N_{д.}}$$

Мощность трения дисков

$$N_{д.} = 0,063 \rho C_{д.} D_2^5 \omega^3$$

где при $Re < 10^5$ $C_{д.} = 1,334 Re^{-0,5}$, а при

$Re > 10^5$ $C_{д.} = 0,037 Re^{-0,2}$.

Механический КПД при отсутствии импелерных уплотнений вала принимается равным 0,99, при наличии импелерных уплотнений вала принимается 0,95 – 0,97.

Сравнение расчётных и экспериментальных данных приведено в табл.1. Видно, что погрешность расчёта не превышает 10%. Однако для варианта 1 при высокой степени конфузорности погрешность находится в пределах 2%.

Расчётное сравнение экономических показателей центробежных насосов с конфузорным и диффузорным колесом.

Соотношение для расчёта центробежного насоса с конфузорным колесом приведены выше. Для насоса с диффузорным колесом используются те же соотношения, кроме теоретического напора. Коэффициент влияния конечного числа лопаток для диффузорного колеса определён по соотношениям Черняк А.П., приведенным в работе [4]. Параметры конфузорного колеса являются оптимальными и близки к параметрам варианта 1. Параметры диффузорного колеса выбраны близкими к варианту 4. Результаты расчётов приведены в табл.2.

Таблица 2.

Расчётные данные насосов с конфузорным и диффузорным колесом

Колесо	\bar{D}_1	D_2 , мм	b_1 , мм	b_2 , мм	$\beta_{1л.}$, град.	$\beta_{2л.}$, град.	F_1/F_2	z	\bar{c}_{2m}	κ_z	\bar{N}_{Γ}
Конф.	0,53	86	22	6,0	78,5	9,67	11,7	7	0,18	-14,2	0,81 1
Дифуз.	0,53	86	22	12,2	25,5	20	0,96	7	0,18	0,812	0,41
ω_2/ω_1	$\xi_{к.}$	$\xi_{с.}$	$\xi_{кд.}$	$\xi_{отв.}$	\bar{N}	η_{Γ}	η	$\bar{N}_{\Gamma^к}/\bar{N}_{\Gamma^д.}$	$\bar{N}^к/\bar{N}^д.$	$\eta^к/\eta^д.$	
2,51	0,05	0,20	0,4	0,37	0,70	0,833	0,780	1,98	2,1	1,034	
0,95	0,30	0,28	0,4	0,45	0,33	0,806	0,754				

Сравнение расчётных данных показывает, что насос с конфузорным колесом имеет несколько выше КПД, чем насос с диффузорным колесом. Однако напорность насоса с конфузорным колесом значительно превышает напорность насоса с диффузорным колесом (превышение в 2,1 раза). Это соответствует увеличению диаметра и частоты вращения диффузорного колеса на 43%, т.е. обороты вместо 12000 должны были бы быть 17200 об./мин., а диаметр вместо 86 мм – 123 мм.

Выводы

1. Предложена модель оценки экономических показателей насосов с конфузорными колёсами. Показано, что расчёт даёт погрешность не выше 10%, а в случае высоких конфузорностей не выше 2%.

2. Расчётные исследования показали что насос с конфузорным колесом имеет несколько выше КПД, чем насос с диффузорным колесом. Однако напорность насоса с конфузорным колесом значительно превышает напорность насоса с диффузорным колесом (превышение в 2,1 раз). Это соответствует увеличению диаметра и частоты

вращения диффузорного колеса на 43%, т.е. обороты вместо 12000 должны были бы быть 17200 об./мин., а диаметр вместо 86 мм – 123 мм.

Литература

- Черняк, А. П. Зависимость коэффициента и реактивного колеса центробежного насоса от его геометрических параметров и режима работы / А. П. Черняк // Лопаточные машины и струйные аппараты. -1966. - № 1. - С. 176- 203.
- Локшин И.Л. Применение результатов исследования вращающихся круговых решёток к аэродинамическому расчёту колёс центробежных вентиляторов / И.Л.Локшин // Промышленная аэродинамика. - 1963. - № 25. - С.121 – 183. .
- Чебаевский В.Ф. Отклонение потока на выходе колеса центробежного насоса / В.Ф. Чебаевский В.И. Петров Б.И Боровский, Г.Т. Ввозный // Энергомашиностроение, 1969. - № 2. – С. 16 – 18.
- Боровский, Б.И. Высокооборотные лопаточные насосы / Б.И.Боровский, Н.С.Ершов, Б.В.Овсянников [и др.] //Под ред. Б.В.Овсянникова

и В.Ф. Чебаевского. - М.: «Машиностроение», 1975. - 336 с.

5. Боровский Б.И. Исследование пульсаций и вибраций центробежного насоса с конфузорным колесом / Б.И.Боровский, В.И.Петров, А.И.Чучеров [и др.] // Гидрогазодинамика и тепломассообмен летательных аппаратов. - 1988. - С.22 – 25.

6. Боровский Б.И. Гидродинамическая оптимизация конфузорного колеса центробежного насоса / Б.И.Боровский // Сб. Строительство и техногенная безопасность 2016. №55.

7. Шестаков К.Н. Расчётно–теоретическая оценка коэффициента теоретического напора

центробежного колеса / К.Н. Шестаков // Тр. ЦИАМ. -1980.- 32с.

8. Шейпак А.А., Овсянников Б.В. О связи гидравлических потерь центробежного колеса с долей энергии, передаваемой колесом жидкости за счёт циркуляции в относительном движении /А.А. Шейпак, Б.В. Овсянников // Изв. Вузов. Авиационная техника. 1973. № 1 - С.114 – 116.

9. Боровский Б.И. Энергетические параметры и характеристики высокооборотных лопастных насосов /Б.И.Боровский.- М.: « Машиностроение», 1989.- 184с.

THE ECONOMIC EFFICIENCY OF CENTRIFUGAL PUMPS WITH THE WORKING OF THE CONVERGING WHEELS

Summary. The article presents a model to assess cost-effectiveness enrobing pumps with converging wheels based on the results of the optimization of the geometry of the wheels and ratios ispolzuemye in the calculation of the pumps. The flow in the converging wheel increases the theoretical pressure of the wheel. Experimental study of centrifugal pumps with converging wheels showed that with increasing confusingly increases the pressure and the pump efficiency while reducing pulsation and vibration of the pump.The mathematical model of optimization of the converging wheels.It is shown that a deviation from optimality does not preclude the converging effect of the flow in a centrifugal wheel.

Keywords: centrifugal pump, the confused wheel, the converging liquid flow, theoretical and actual head pressure of the pump model to assess cost-effectiveness.

УДК 629.7.036 621

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ С КОНФУЗОРНЫМИ КОЛЕСАМИ

Боровский Б.И.

Академия строительства и архитектуры ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»,
г. Симферополь, ул. Киевская, 181.

E-mail: tim4enko.zin@yandex .ru

Аннотация. При эксплуатации насос может работать на режимах, отличных от расчётного, т.е. режим максимума КПД. Поэтому надо знать, как изменяются напор, КПД и потребляемая мощность при изменении подачи насоса, т.е. необходимы в отличие от кавитационных характеристик знать энергетические характеристики насоса, представляющие зависимости указанных параметров от подачи при постоянной частоте вращения насоса или зависимости в виде безразмерных параметров. Прогнозирование энергетических характеристик широко используется для насосов с диффузорными колесами, но отсутствует применительно к насосам с конфузорными колесами. В статье предложена модель прогнозирования энергетических характеристик насосов с конфузорными колесами.

Ключевые слова: центробежный насос, конфузорное колесо, напор, потребляемая мощность, подача, КПД, энергетические характеристики.

Введение

Насосы входят в различные технические системы, в том числе, в системы жизнеобеспечения зданий и сооружений. Они определяют их надёжность, ресурс, технико-экономические характеристики и энергоэффективность. Поэтому создание энергоэффективных насосов с высокими эксплуатационными и рабочими характеристиками является актуальной проблемой. При проектировании центробежных насосов с конфузорностью необходимо определение их энергетических характеристик.

Обзор литературы

Рассмотрим особенности конфузорных колёсах. В работе [1] теоретически решена задача обтекания решётки профилей центробежного колеса. Показано, что характер течения существенно различается в зависимости от конфузорности межлопастного канала колеса, определяемой отношением площадей колеса на входе и выходе:

$$F_1/F_2 = D_1 b_1 \sin \beta_{1л} / D_2 b_2 \sin \beta_{2л},$$

где цифрами 1 и 2 обозначены параметры колеса на входе и выходе.

Для диффузорных колёс $F_1/F_2 \leq 1$, для конфузорных колёсах $F_1/F_2 > 1$. В случае диффузорного колеса коэффициент влияния конечного числа лопастей K_z всегда меньше единицы ($0 \leq K_z < 1$), $\bar{H}_T < \bar{H}_{T\infty}$ (теоретический напор колеса всегда меньше теоретического напора при бесконечном числе лопастей), а угол отставания потока на выходе колеса от направления лопастей $\delta = \beta_{2л} - \beta_2$ является положительным, $\delta > 0$. При конфузорных колёсах $F_1/F_2 > 1$ угол отставания потока оказывается отрицательным, $\delta < 0$, и поэтому угол потока на выходе больше угла лопасти, $\beta_2 > \beta_{2л}$. В связи с этим возможны значения $K_z > 1$, $K_z < 0$ и

$\bar{H}_T > \bar{H}_{T\infty}$. В частности, возможно $\bar{H}_T > 0$ при $\bar{H}_{T\infty} < 0$.

Изложенное показывает, что в конфузорном колесе характер течения обеспечивает повышение напора без увеличения наружного диаметра и частоты вращения колеса. Конфузорность течения определяется отношением скоростей потока на выходе и входе в колесо

$$w_2/w_1 = \bar{D}_1 b_1/b_2 \sin(\beta_{1л} - \iota) / \sin \beta_2.$$

где $\bar{D}_1 = D_1/D_2$; ι – угол атаки.

Угол потока на выходе колеса находится из соотношения:

$$\operatorname{ctg} \beta_2 = (1 - \bar{H}_T) / \bar{C}_{2m},$$

где $\bar{H}_T = H_T / u_2^2$; $\bar{C}_{2m} = c_{2m} / u_2$.

Эти особенности течения в конфузорном центробежном колесе экспериментально подтверждены при испытаниях конфузорного колеса ($F_1/F_2 = 2,2$; $\beta_{2л} = 10^\circ$) [2]. Колесо работало в свободном пространстве без спирального сборника, углы потока на выходе колеса непосредственно измерялись. В работах [3] и [4] испытания центробежных насосов со спиральными отводами показали энергетическую эффективность использования конфузорных колёс с большой степенью конфузорности. Исследования [5], проведенные на насосе с диффузорным и конфузорным колёсами показали, что насосу с конфузорным колесом соответствуют меньшие пульсации и вибрации. В работе [6] получены соотношения для оптимизации конфузорных колёсах с учётом скорректированных по экспериментальным данным расчётных соотношений [7]. Работа [8] содержит модель расчёта экономичности центробежных насосов с

конфузорными колёсами на расчётном режиме, а в работе [9] показано, что на повышенных режимах выигрыш в экономичности значительный, достигающий 19%. Энергетические характеристики насосов с диффузорными колёсами рассмотрены в работах [10] и [11]. Используем данные этих исследований при формировании модели прогнозирования энергетических характеристик насосов с конфузорными колёсами.

Цель и постановка задачи

Целью статьи является разработка модели прогнозирования энергетических характеристик центробежных насосов с конфузорными колёсами. Задача состоит в сравнении рассчитанных и экспериментальных данных.

Метод исследований. Методом исследований является анализ литературных данных с последующим математическим способом разработки модели прогнозирования энергетических характеристик центробежных насосов с конфузорными колёсами.

Основная часть

На рисунке приведены экспериментальные энергетические характеристики вариантов центробежного насоса с конфузорными колёсами, которые будут использованы в дальнейшем. Некоторые геометрические параметры этих вариантов даны в табл. 1.

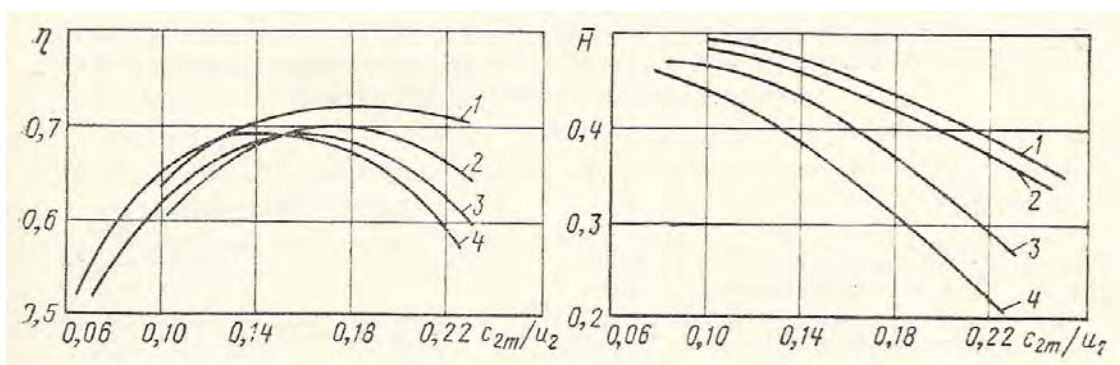


Рис. 1. Экспериментальные энергетические характеристики вариантов насоса

Таблица 1.

Данные испытанных вариантов центробежного насоса ($\bar{D}_1=0,53, Z=7$)

Вариант	$\beta_{1л}, \text{град.}$	$\beta_{2л}, \text{град.}$	F_1/F_2
1	78,5	9	11,24
2	58,5	20	4,47
3	37,0	20	3,16
4	25,5	20	2,26

Приведём параметры, общие для вариантов насоса: $b_1 = 22 \text{ мм}; b_2 = 6,5 \text{ мм}; D_2 = 86 \text{ мм}; Q = 17,1 \text{ л/с}; n = 12000 \text{ об./мин.}$ В работе [6] приведены соотношения для расчёта теоретического напора

\bar{H}_T конфузорного колеса на различных режимах.

Потери энергии в колесе определяются по формуле [11] :

$$\bar{L}_K = 0,5 \xi_k \bar{D}_1^2,$$

где $\xi_k = 0,15 + 0,18 / (0,77 - h_{ц})$.

Удельная работа циркуляционных сил

$$h_{ц} = \bar{D}_1 (\bar{D}_1 - w_2/w_1) / \bar{H}_T.$$

Потери в спиральном отводе складываются из потерь в спиральном сборнике и коническом диффузоре:

$$\xi_{отвр} = \xi_c + \xi_{кд} (c_r/c_{2u})^2.$$

Коэффициент потерь в спиральном сборнике

$$\xi_c = 1,1 + 1,45(c_r/c_{2u})^2 - 2,4 (c_r/c_{2u}) \cos \alpha_2,$$

где $\text{tg } \alpha_2 = \bar{C}_{2m} / \bar{H}_T$; $c_r/c_{2u} = 0,55 \dots 0,65$.

Коэффициент потерь в коническом диффузоре

$$\xi_{кд} = 1,15 \text{ tg } \alpha_2 (F_{\text{вых}}/F_r - 1)^{1/3},$$

где индекс «г» соответствует горлу отвода (вход в конический диффузор),

$$\alpha_3 = 2 \arctg (D_{\text{вых}} - D_r) / 2 l_{\text{кд}},$$

где $D_r = (4F_r / \pi)^{1/2}$ – эквивалентный диаметр горла отвода.

В нашем случае $\xi_{\text{кд}} = 0,25$.

Рассчитанный гидравлический КПД

$$\eta_{\text{грас}} = 1 - \bar{L}_K / \bar{H}_T - 0.5 \xi_{\text{отв}} \bar{H}_T.$$

На режимах $q = Q / Q_p > 1$ потери в колесе не изменяются, а на пониженных режимах ($q < 1$)

$\bar{L}_K = -\bar{L}_{Kp} \bar{H}_T / \bar{H}_{Tp}$. Коэффициент потерь в отводе на режимах, отличных от расчётного [11]:

$$\xi_{\text{отв}} = \xi_{\text{отвр}} + A (1 - q \bar{H}_{Tp} / \bar{H}_T)^2,$$

где при $\xi_{\text{кд}} < 0.21$ $A_1 = A_2 = 0.32$, при $\xi_{\text{кд}} > 0.21$ $A_1 = 1.52 \xi_{\text{кд}}$; $A_2 = 5.8 \xi_{\text{кд}} - 0.9$; A_1 при $q < 1$; A_2 при $q > 1$.

Формула для рассчитанного гидравлического КПД даёт завышенные результаты на 10...15%. В связи с этим следует ввести корректировку. В результате исследования четырёх вариантов насоса с конфузорными колёсами при

изменении подачи в 2,2 раза ($C_{2m} = 0,1 \dots 0,22$) получена поправка для гидравлического КПД, вычисленная с помощью корреляции. В связи с тем, что соотношения для расчёта потерь в насосах с конфузорными и диффузорными колёсами одни и те же, поправка справедлива и для насосов с диффузорными колёсами. Результаты сравнения параметров насосов с конфузорными и диффузорными колёсами с поправкой и без неё оказываются или одинаковыми или близкими.

Поправка записывается в виде:

$$\eta_r = 1,48 \eta_{\text{грас}} - 0,49.$$

Тогда с учётом поправки получим расчётные соотношения:

$$\bar{H} = \bar{H}_T \eta_r;$$

$$\eta = \eta_r \eta_{\text{об}} \eta_{\text{д}} \eta_{\text{тех}},$$

где $\eta_{\text{об}}$ $\eta_{\text{д}}$ $\eta_{\text{тех}}$ – объёмный, дисковый и механический КПД.

Потребляемую насосом мощность выразим в виде безразмерной мощности через параметры, принятые в экспериментальных энергетических характеристиках вариантов насоса:

$$m = C_{2m} \bar{H} / \eta.$$

На рис.2 приведено сравнение экспериментальных и рассчитанных энергетических характеристик по η , \bar{H} и m для варианта насоса 1 с колесом наибольшей конфузорности. Другим вариантам соответствуют

аналогичные данные. Погрешность расчёта находится в пределах 0...10%.

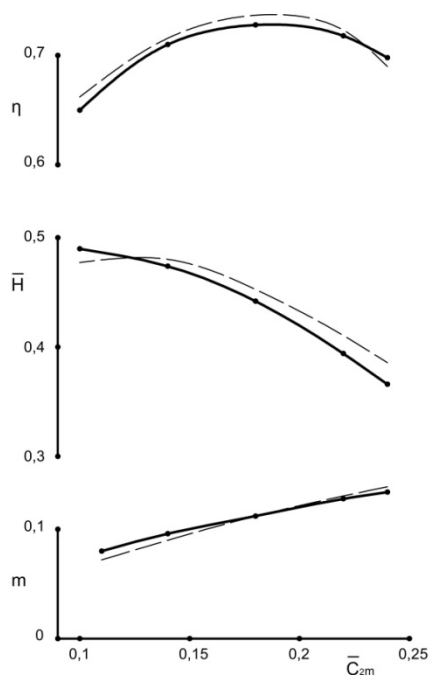


Рис.2. Сравнение экспериментальных и рассчитанных энергетических характеристик варианта насоса 1 с конфузорным колесом: экспериментальные характеристики - сплошные линии с точками (точки относятся к параметрам, соответствующим определённым значениям C_{2m}); рассчитанные характеристики - пунктирные линии.

Отметим, что при прогнозировании энергетических характеристик на пониженных режимах

($q < 0,5 \dots 0,6$) надо учитывать мощность гидравлического торможения, вызванную превышением подачи колеса при малой пропускной способности отвода (задвигка на выходе насоса прикрыта). Эта завышенная подача образует обратное течение в колесо, на что и тратится дополнительная мощность. При подачах, превышающих $q > 1,5 \dots 1,8$, в коническом диффузоре отвода возникают кавитационные явления вследствие больших углов атаки на языке конического диффузора. Резко падают напор и КПД насоса, мощность насоса не изменяется, в связи с тем, что кавитация не распространяется на колесо.

Выводы

1. При эксплуатации насос может работать на режимах, отличных от расчётного, т.е. от режима максимума КПД. Поэтому надо знать, как изменяются напор, КПД и потребляемая мощность при изменении подачи насоса, т.е. необходимы, в отличие от кавитационных характеристик, энергетические характеристики насоса, представляющие зависимости указанных

параметров от подачи при постоянной частоте вращения насоса или зависимости в виде безразмерных параметров.

2. Прогнозирование энергетических характеристик широко используется для насосов с диффузорными колесами, но отсутствует применительно к насосам с конфузорными колесами.

3. Впервые предложена модель прогнозирования энергетических характеристик насосов с конфузорными колесами, которая даёт удовлетворительные результаты (погрешность 0 – 10%). Предварительно установлено, что формула для рассчитанного гидравлического КПД даёт завышенные результаты на 10...15%. В связи с этим введена поправка для гидравлического КПД, полученная с помощью корреляции в результате исследования четырёх вариантов насоса с конфузорными колёсами при изменении подачи в 2,2 раза. Показано, что эта поправка справедлива и для насосов с диффузорными колёсами.

Литература

1. Черняк, А. П. Зависимость коэффициента и реактивного колеса центробежного насоса от его геометрических параметров и режима работы / А. П. Черняк // Лопаточные машины и струйные аппараты. -1966. - № 1. - С. 176- 203.

2. Локшин И.Л. Применение результатов исследования вращающихся круговых решёток к аэродинамическому расчёту колёс центробежных вентиляторов / И.Л.Локшин // Промышленная аэродинамика. - 1963. - № 25. - С.121 – 183. .

3. Чебаевский В.Ф. Отклонение потока на выходе колеса центробежного насоса / В.Ф. Чебаевский, В.И. Петров, Б.И Боровский, Г.Т. Ввозный // Энергомашиностроение, 1969. - № 2. – С. 16 – 18.

4. Боровский, Б.И. Высокооборотные лопаточные насосы / Б.И.Боровский, Н.С.Ершов, Б.В.Овсянников [и др.] //Под ред. Б.В.Овсянникова и В.Ф. Чебаевского. - М.: «Машиностроение», 1975. - 336 с.

5. Боровский Б.И. Исследование пульсаций и вибраций центробежного насоса с конфузорным колесом / Б.И.Боровский, В.И.Петров, А.И.Чучеров [и др.]// Гидрогазодинамика и тепломасообмен летательных аппаратов. - 1988. - С.22 – 25.

6. Боровский Б.И. Гидродинамическая оптимизация конфузорного колеса центробежного насоса / Б.И.Боровский // Сб. Строительство и техногенная безопасность 2016. №55.

7. Шестаков К.Н. Расчётно–теоретическая оценка коэффициента теоретического напора центробежного колеса / К.Н. Шестаков // Тр. ЦИАМ. -1980.- 32с.

8. Боровский Б.И. Оценка экономичности центробежных насосов с рабочими конфузорными колесами /Б.И.Боровский, В.И.Петров//Сборник «Строительство и техногенная безопасность», 2016 №58.

9. Боровский Б.И. Параметры центробежных насосов с конфузорными колесами на повышенных режимах /Б.И.Боровский // Сборник «Строительство и техногенная безопасность», 2016. - №57.- С.39 – 42.

10. Гидравлика, гидравлические машины и гидравлические приводы // Под ред. Т.М. Башты – М.: «Машиностроение», 1970. – 504 с.

11. Боровский Б.И. Энергетические параметры и характеристики высокооборотных лопатных насосов /Б.И.Боровский.- М.: « Машиностроение», 1989.- 184с.

Prediction of energy characteristics of centrifugal pumps with converging wheels

Summary. During operation the pump can be operated in modes other than the calculated, ie, the regime of maximum efficiency. Therefore, it is necessary to know how to change the pressure, efficiency and power consumption when you change the pump, i.e, a unlike cavitation characteristics to know the energy characteristics of the pump, which according to the specified parameters from the flow at a constant frequency of rotation of the pump or dependent dimensionless parameters. Prediction of energy characteristics is widely used for pumps with diffuser with wheels, but not with regard to pumps with converging wheels. The paper proposed a model for predicting the energy performance of pumps with converging wheels.

Key words: centrifugal pump, the confused wheel, pressure, power, flow, efficiency, power characteristics.

УДК. 629

РАЗРАБОТКА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ СОВМЕЩАЮЩЕГО ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Морозов А.Д., Чередниченко И.А., Бородачева Т.И.,

Бородачев В.А., Чередниченко В.А.

КФУ им. В.И. Вернадского. Академия строительства и архитектуры.

Borodachev_vadim@mail.ru

Аннотация: Приводятся конструкции пневмовинтовых транспортных установок для транспортирования и предварительного смешивания в транспортном потоке двух и трехкомпонентных сыпучих грузов на предприятиях строительной индустрии.

Ключевые слова: воздух, пневмоустановка, сыпучий груз, шнек, трубопровод, транспортный поток.

Введение

Среди многочисленных видов транспорта пневматический транспорт занимает особое место. Он может быть применен для перемещения сыпучих мелкозернистых и пылевидных материалов на расстоянии от десятков метров до $1,5 \div 2$ км.

Пневматическая разгрузка и транспортирование сыпучих грузов, ввиду ряда известных преимуществ, широко используется на большинстве предприятий строительной, горнодобывающей, химической, пищевой промышленности, черной и цветной металлургии, в сельском хозяйстве.

Объем перемещаемых пневматическим способом только строительных сыпучих материалов (с учетом многократных перегрузок) составляет более 100 млн. т. в год, и потребность народного хозяйства в этом виде транспорта для сыпучих грузов до сих пор удовлетворяется далеко не полностью, как в количественном, так и в качественном отношении.

Анализ публикаций

Решение проблемы повышения эффективности и экологической чистоты разгрузочно-транспортных работ с сыпучими пылевидными строительными грузами требует разработки и применения современного высокопроизводительного автоматизированного оборудования, удовлетворяющего комплексу экономических, санитарно-технических и гигиенических международных стандартов. Оптимальное проектирование машин на научных основах рассмотрено в работах /1/, /2/, /3/, предполагает использование рабочих органов рациональных форм и размеров, определение наилучших значений режимных параметров и условий эксплуатации.

Только в этом случае может быть обеспечена наибольшая эффективность использования техники. Такая постановка задачи предполагает необходимость изучения структуры

разгрузочно-транспортных пневматических устройств и их поэлементного использования /1/, /2/, /3/.

Задачи работы :

исследования и анализ ресурсных возможностей пневмовинтовых установок (ПВУ), существующих конструктивных схем;

исследования характера износа рабочих органов ПВУ различных конструктивных схем;

разработка принципов снижения удельных энергозатрат на разгрузку транспортирование грузов и увеличения ресурса рабочих органов;

исследование работы аэрокамер с целью снижения энергоемкости и повышения экологической чистоты ПВУ;

научное обоснование, разработка конструктивных схем и параметров нового эффективного разгрузочно-транспортного пневмовинтового оборудования для сыпучих строительных грузов с учетом охраны окружающей среды, совмещающих транспортные и технологические операции;

Основная часть

Выпускаемые серийно ПВУ для цемента и других сыпучих грузов типа ТА-14Б, ТА-19А и ТА-15А производительностью 36, 60 и 100 т/ч имеют закрепленный на валу электродвигателя консольный шнек, расположенный в гильзованном цилиндрическом корпусе. Для устранения прорыва воздуха в приемную камеру, шнек обычно имеет 4...6 рабочих напорных витков для уплотнения транспортируемого груза в предклапанной зоне, что естественно ведет к формированию значительных осевых усилий, повышению удельных затрат энергии на транспортирование сыпучих материалов и повышению износа рабочих органов. Образующееся одностороннее осевое усилие, создает дополнительные нагрузки на шнек, соединительные детали, вал и подшипники электродвигателя –[1].

Кроме того, дезаксиальное консольное расположение шнека в броневой гильзе, несимметричность эпюры распределения осевых давлений в поперечном сечении цилиндрического корпуса и соответственно существенное смещение в шнеке результирующего груза транспортируемого из приемной камеры – приводят к вибрации, снижающей частоту его вращения, а следовательно и производительность ПВУ рассмотренных конструктивных схем не превышает 100-120 т/ч /1/, /2/, /5/, /6/.

При создании машин большей производительности 150...300 тонн в час, значительно возрастает диаметр и длина шнека, шаг навивки и межвитковые объемы, которые заполняются еще более неравномерно при заборе груза из приемной камеры. Увеличение геометрических параметров шнека и повышение массы его консольной части влечет за собой еще более интенсивную вибрацию шнека и износ рабочей пары «шнек-гильза», прорыв воздуха в смесительную камеру, снижению расчетной производительности и возрастание пусковых нагрузок на двигатель, что приводит к выходу его из строя. Кроме того, в строительной индустрии, в ряде случаев, например, при приготовлении известковых растворов, бетонных смесей и т.п. кроме транспортных операций с пылевидными и зернистыми материалами (цементом, известью,

песком и др.) должны осуществляться операции дозирования в определенных пропорциях и качественного смешивания для получения равномерных двухкомпонентных и трехкомпонентных смесей. С целью уменьшения времени и удельных энергозатрат на эти операции был проведен комплекс аналитических лабораторных и промышленных исследований, а также разработаны научные принципы и созданы пневмоустановки, которые могут совмещать процесс транспортирования материалов по трубам с одновременным их смешиванием в транспортном потоке /1/, /2/, /4/, /5/, /6/.

Отличительной конструктивной особенностью пневмоустановок большой производительности, а также совмещающих транспортирование с технологическими операциями, является установка вала шнеков на подшипниках, с разнесенными концевыми опорами, а также наличие двух, трех приемных камер с дозирующими устройствами и подача различных сыпучих материалов из них в одну смесительную камеру, а оттуда в транспортный трубопровод. Были научно обоснованы, разработаны и испытаны ПВУ для двух сыпучих абразивных грузов ППВ-150 и ЭППВ-200-1 производительностью 150 т/ч и 200 т/ч с двумя приемными камерами и валом шнеков с разнесенными концевыми подшипниковыми узлами (рис.1).

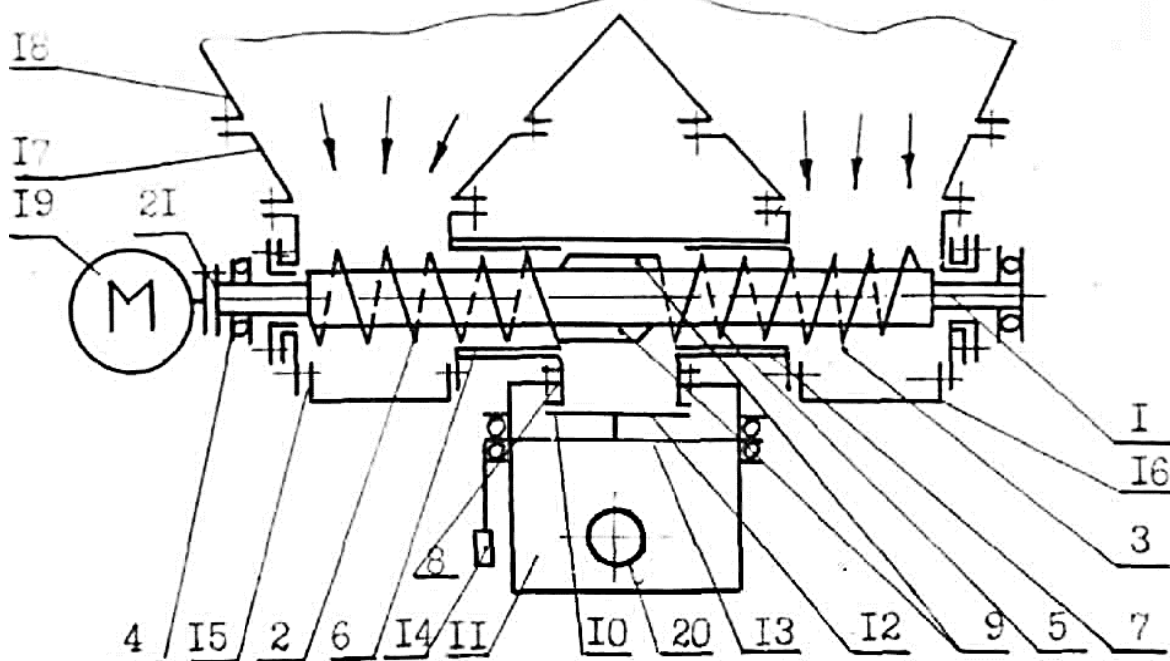


Рис. 1 Схема ПВУ для двухкомпонентного груза (а.с. № 1456350)

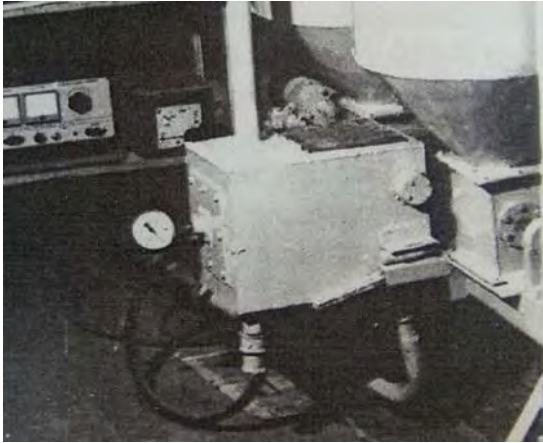


Рис. 2 Лабораторная отработка параметров двухкомпонентной ПВУ (а.с. №1456350)

ПВУ состоит из вала 1 с двумя симметрично расположенными съемными винтовыми поверхностями правого и левого

направления, установленного в опорах и размещенного в цилиндрическом корпусе с гильзами. В центре цилиндрический корпус 5 имеет боковой отвод, выполненный под углом $40...90^\circ$ в сторону смесительной камеры 11. Из бункеров 18 два компонента сыпучего материала поступают в приёмные камеры 15 и 16, откуда встречно направленными витками 2 и 3 шнека перемещаются по цилиндрическому корпусу 5 и захватываются направляющими планками 9 и через окно 10 и клапан 12 в смесительную камеру 11. В смесительной камере сыпучие компоненты смешиваются с воздухом и под давлением по транспортному трубопроводу 20 подаются на технологические смесительные машины. На рис. 2 представлена модель ПВУ при отработке технических и технологических параметров транспортирования, и предварительного смешивания материалов в потоке.

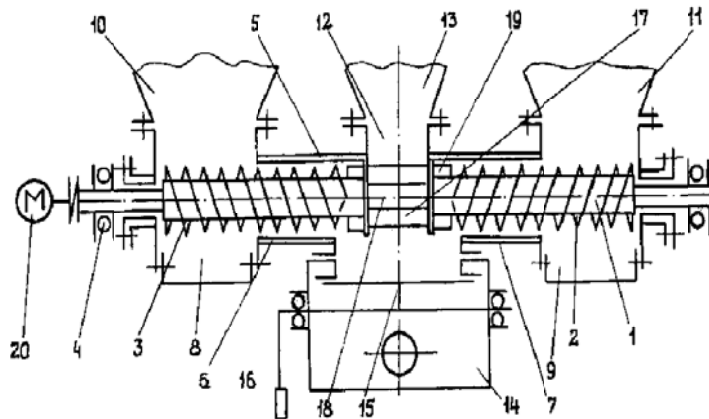


Рис. 3 Схема ПВУ для трехкомпонентного груза (а.с. №1689251)

Нами разработан винтовой питатель для пневматического транспортирования сыпучего материала, содержащий горизонтально установленный цилиндрический корпус, сообщенный с приёмными камерами трёх компонентов материала. [Авторское свидетельство СССР № 1689251], Рис 3.

Винтовой питатель состоит из вала шнека 1 с встречно направленными витками 2 и 3, установленного в опорах 4 и размещенного в цилиндрическом корпусе 5 с гильзами 6 и 7, сообщенном своими концами с приёмными камерами 8 и 9, имеющими загрузочные бункеры 10 и 11 двух компонентов материала. Центральная часть цилиндрического корпуса имеет патрубок 12

соединенный с бункером 13 третьего компонента. Разгрузочный патрубок 12 сообщен со смесительной камерой 14, выполненной с выходным отверстием и сообщенной с источником сжатого газа. На разгрузочном окне патрубка 12 горизонтально установлен обратный клапан 15, смонтированный на поворотной оси с противовесом 16. Приводной двухзаходный шнек в зоне разгрузочного патрубка выполнен в виде шлюзового лопастного питателя 17, образованного радиальными перегородками 22 и расположенными на валу шнека перпендикулярно его оси кольцевыми стенками 23, образующими с перегородками дозирующие ячейки 18, а на концах витков шнека и в пространстве между ними установлены основные и дополнительные

направляющие планки 19 с примыканием радиальных кромок обеих планок с одной стороны к кольцевым стенкам лопастного питателя, а радиальных кромок основных планок – к виткам шнека.

Привод винтового питателя осуществляется электродвигателем 20, установленным соосно валу шнека. Смесительная камера 14 имеет аэроднище 21 и регулируемую в осевом направлении сменную форсунку струйной подачи воздуха 22.

Винтовой питатель работает следующим образом.

Одновременно из бункера 10 и 11 два компонента сыпучего материала поступают в приемные камеры 8 и 9, откуда встречно направленными витками 2 и 3 шнека 1 перемещаются по цилиндрическому корпусу 5 и патрубку 12, захватываются основными и дополнительными планками 19 и сбрасываются по

патрубку 12 в смесительную камеру 14. Одновременно из бункера 13 третий компонент сыпучего материала поступает на лопастный питатель 17, заполняет его дозирующие секции и сбрасывает его также в патрубок 12.

Конструкция лопастного питателя позволяет обеспечить равномерную дозированную подачу трех компонентов сыпучего материала в смесительную камеру и улучшить равномерность их смешивания.

Обеспечение равномерной дозированной подачи трех компонентов сыпучего материала в смесительную камеру, усиление аэрации, улучшение равномерности смешивания компонентов улучшает качественные показатели получаемой смеси, повышает надежность и производительность питателя, а также снижает энергозатраты на транспортирование материалов и приготовление бетонных смесей.

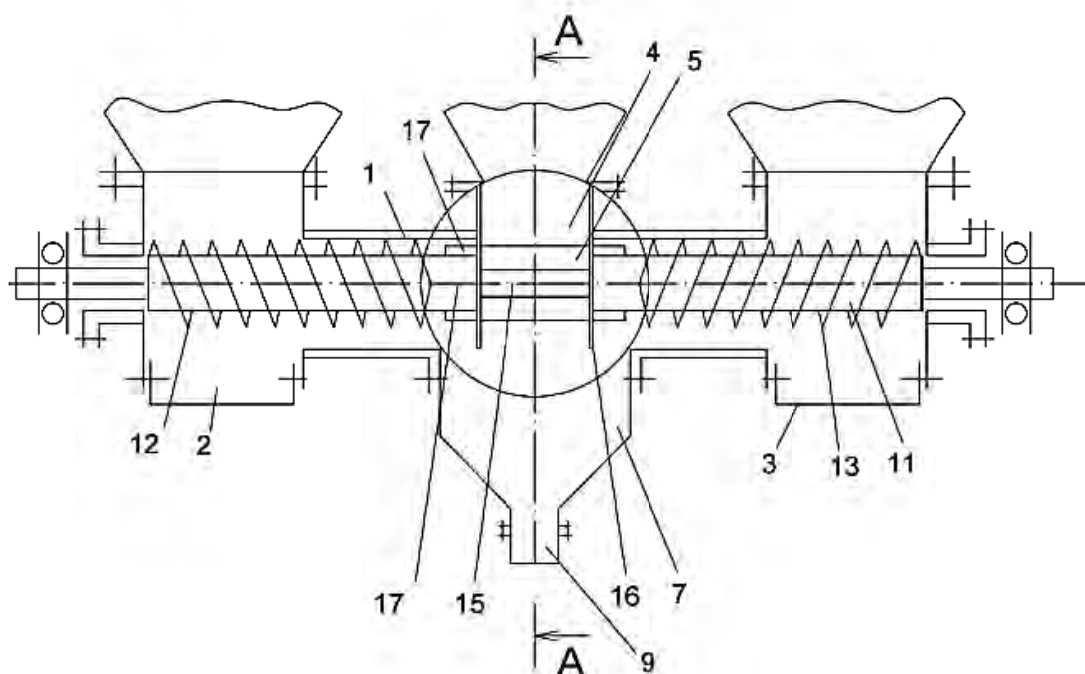


Рис. 4 Винтовая пневмоустановка для транспортирования трехкомпонентного груза (патент РФ №164313)

Эта конструкция ПВУ хорошо зарекомендовала себя при работе с тремя мелкодисперсными материалами.

Недостатком этой ПВУ является то, что в ней три компонента материала подаются через вертикально расположенный обратный клапан в смесительную камеру, расположенную в одной горизонтальной плоскости с приводным двухзаходным шнеком, что вызывает заклинивание мелкокускового материала в патрубке перед обратным клапаном с последующей вынужденной остановкой питателя, чисткой пред клапанной зоны

и снижением производительности и надежности работы всей технологической линии.

Для повышения надежности и производительности питателя, а также снижения энергозатрат при работе с одним или двумя мелкокусковыми материалами был разработан пневмовинтовой питатель защищенный патентом РФ на полезную модель №164313

Винтовой питатель (пневмовинтовая установка) для пневматического транспортирования сыпучего материала патент РФ №164313 (Рис. 4,5)

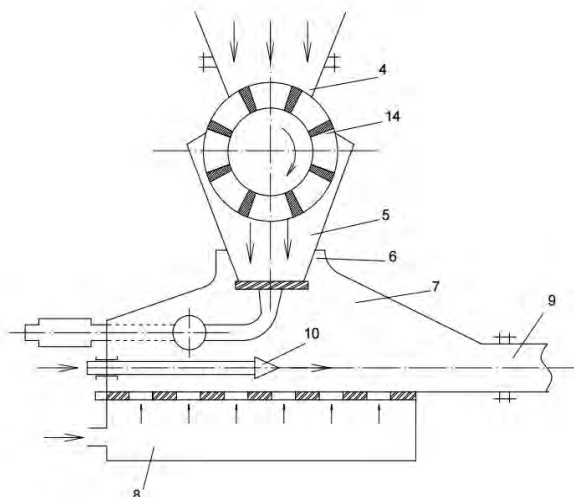


Рис. 5 ПВУ, патент РФ №164313
(разрез А-А)

Содержит горизонтально установленный цилиндрический корпус, сообщенный своими концами с приёмными камерами двух компонентов материала, центральной частью с загрузочным патрубком третьего компонента и посредством разгрузочного патрубка через обратный клапан – со смесительной камерой, выполненной с выходным отверстием и сообщенной с источником сжатого газа, и размещенный в цилиндрическом корпусе приводной двухзаходный шнек с встречно направленными витками, выполненный в зоне разгрузочного патрубка корпуса с закреплёнными диаметрально противоположно на концах его витков вдоль оси вала направляющими планками, при этом смесительная камера устанавливается под сбрасывающим патрубком с горизонтальным расположенным обратным клапаном. Кроме того, смесительная камера имеет аэроднище и регулируемую в осевом направлении сменную форсунку струйной подачи воздуха по центру магистрального трубопровода.

Новым техническим решением является расположение смесительной камеры под вертикально установленным сбрасывающим патрубком и горизонтальное расположение обратного клапана, что позволяет воспринимать подаваемые материалы не только от работы подающих механизмов, но и непосредственно под действием гравитационных сил в вертикально расположенном сбрасывающем патрубке. Кроме того, в смесительной камере, расположенной под сбрасывающим патрубком с горизонтально расположенным обратным клапаном, установлена регулируемая в осевом направлении по центру магистрального трубопровода сменная форсунка струйной подачи воздуха, что позволяет усилить аэрацию и улучшать смешивание компонентов.

Заключение

Рассмотренные конструкции ПВУ (пневматических винтовых питателей), предназначенные для одновременной транспортировки двух и трехкомпонентных грузов в транспортном потоке магистрального трубопровода к технологическому оборудованию по приготовлению бетонных смесей и растворов, являются экономически целесообразными и обеспечивают снижение удельных энергозатрат. По сравнению с подъемниками ТА-15А и ТА-19А до 30%, повышение ресурса шнеконапорных механизмов в 1,8-2,2 раза, электродвигателя в 1,5-3 раза, а броневых гильз на 50-70%, что отражено на Рис. 5 и 6.

Кроме того, что предварительное смешивание двух или трех компонентов сыпучих материалов непосредственно в транспортном трубопроводе существенно снижает удельные энергозатраты (на 10-30%) и время приготовления бетонов и растворов непосредственно на бетоносмесительном и растворосмесительном оборудовании. Существенно снижается количество и стоимость оборудования для транспортирования, т.к. обычно песок, гравий и мелкий щебень транспортируются на отдельных технологических линиях.

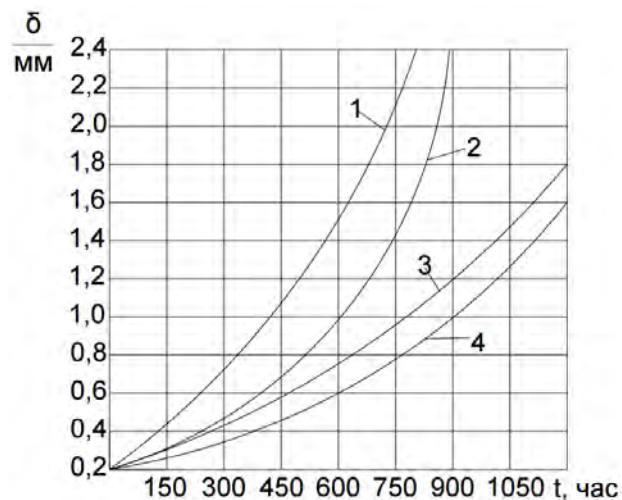


Рис. 5 Зависимости удельных энергозатрат пневмоподъемника $N_{ш}/П$ от наработки t при транспортировании цемента

- 1 – Пневмоподъемники ТА-15А
- 2 – Пневмоподъемники ТА-19А
- 3 – Пневмоподъемники ЭППВ-200-1
- 4 – Пневмоподъемники ЭППВ-150

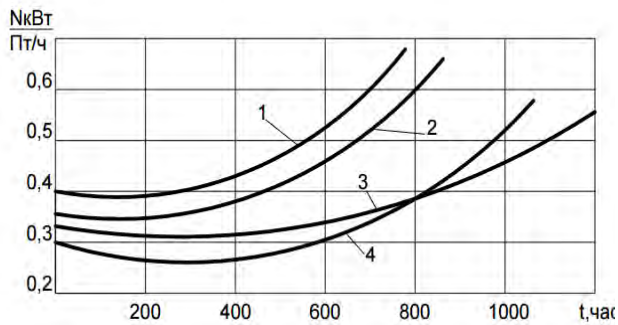


Рис. 6 Зависимости ресурса (износа) броневой рабочей пары «гильза-шнек» пневмоподъемников от наработки t при транспортировании цемента

- 1 – Пневмоподъемники ТА-15А
- 2 – Пневмоподъемники ТА-19А
- 3 – Пневмоподъемники ЭППВ-200-1
- 4 – Пневмоподъемники ЭППВ-150

Кроме того, предварительное смешивание двух или трех компонентов непосредственно в транспортном трубопроводе существенно снижает удельные энергозатраты (на 10-30%) и время приготовления бетонов и растворов непосредственно на бетоносмесительном и растворосмесительном оборудовании.

Список литературы:

1. Морозов А.Д. «Модернизация и повышение экологической чистоты пневмотранспорта» -К.: В.шк.. 1992.-71 с.
2. Морозов А.Д. «Интенсификация работы разгрузочно-транспортного пневматического оборудования» -М.: ЦНИИТЭстроймаш, - 1990.-100с.
3. Морозов А.Д., Баладинский В.Л.,Чередниченко И.А. Транспорт и пути сообщения. Учебное пособие для ВУЗов, (2-е издание, гриф МОН), г. Симферополь, РИО КАПКС, 2005г. – 318с.
4. Морозов А.Д., Чередниченко И.А., Кольвашенко А.С. «Повышение надежности и ресурса пневматического разгрузочно-транспортного оборудования». MOTROL, Motorizacia I energetyka rolnictwa, tom 10A, Lublin 2009
5. Морозов А.Д., Чередниченко И.А. «Повышение эффективности экологической безопасности разгрузочно-транспортного пневмооборудования для строительной индустрии», научное издание, НАПКС, 2013 – 290 с.
6. Морозов А.Д., Чередниченко И.А., Бородачева Т.И., Бородачев В.А., Чередниченко В.А. «Винтовой питатель для транспортирования сыпучего материала», патент РФ №164313

Morozov, A.D., Cherednichenko I.A., Borodacheva T.I.,

Borodachev V.A., Cherednichenko V.A.

The development of pneumatic-mechanical equipment combining transport and technological operations in the construction industry

Annotations: The designs of pneumatic screw conveyors for transportation and premixing of two and three-component bulk cargo in the construction industry enterprises are given in the transport flow.

Key words: air, pneumatic installation, bulk cargo, screw, pipeline, transport stream.

УДК 517.928

ТЕХНИКА ПРИМЕНЕНИЯ ГИБРИДНОГО АСИМПТОТИЧЕСКОГО МЕТОДА В ЗАДАЧЕ О ПРОЕКТИРОВАНИИ ИЗОТЕРМИЧЕСКИХ ТРУБЧАТЫХ РЕАКТОРОВ

Погребицкая А.М.

Академия строительства и архитектуры ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»,

Адрес: г. Симферополь, ул. Киевская 181.

Аннотация. В работе обсуждается расширение класса асимптотических методов решения нелинейных дифференциальных уравнений посредством усовершенствования двойного гибридного метода, основанного на объединении методов Пуанкаре, фазовых интегралов и Бубнова-Галеркина. Рассмотрена химическая реакция второго и третьего порядков, протекающая в трубчатом реакторе. Установлено, что предлагаемый двойной гибридный метод обладает высокой точностью, позволяя получить единое решение при различных значениях параметров внутреннего и внешнего разложений, так как при увеличении параметра при нелинейной составляющей получены удовлетворительные результаты для различных значений параметров при старшей производной.

Ключевые слова: асимптотические методы, метод Пуанкаре, гибридный ВКБ-Галеркин метод, нелинейные дифференциальные уравнения, проектирование химических источников энергии аппаратов.

Введение

Методы математической физики позволяют эффективно решать сравнительно узкий класс прикладных технических задач. При рассмотрении систем дифференциальных уравнений с весьма общими краевыми условиями точные методы решения наталкиваются на большие трудности, которые становятся непреодолимыми при рассмотрении нелинейных задач. В этих случаях приходится обращаться к тем или иным численным методам решения или к приближенным аналитическим методам. Среди приближенных аналитических методов важное место занимают асимптотические методы возмущений с малым параметром, который естественно возникает в уравнениях или вводится искусственно [1, 2].

Как указано в ряде работ [3, 4], одним из эффективных асимптотических подходов является гибридный метод, идея которого заключается в соединении любого асимптотического разложения (метод возмущений, ВКБ другие) и метода ортогональности Бубнова-Галеркина. Использование гибридного асимптотико-численного метода на базе двойного асимптотического разложения в нелинейных уравнениях является одним из новых направлений исследования задач тепло- и массопереноса.

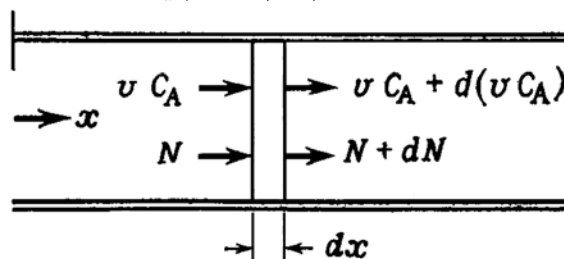
Целью исследования является применение двойного гибридного подхода к нелинейным дифференциальным уравнениям, которые описывают процессы тепло- и массопереноса в различных конструкциях.

Постановка задачи

Трубчатый реактор – это труба, через которую протекает смесь жидких химических реагентов. Такие реакторы являются важнейшими компонентами при проектировании химических заводов.

Рассмотрим изотермическую реакцию первого порядка $A \rightarrow B$, скорость которой,

согласно теории химической кинетики, равна kC_A , где k и C_A – скорость реакции и концентрации компонента A соответственно. При анализе таких систем обычно предполагается, что осевая дисперсия может быть охарактеризована эффективным коэффициентом диффузии E_a , определяющим величину диффузного потока

$$N = E_a(-dC_A/dx). \quad (1)$$
Рис.1. Поток компонента A

В баланс потока компонента A в бесконечно малом объеме (рис.1) входят следующие слагаемые:

полный поток внутрь объема через левую границу $= vC_A + N$,

полный поток из объема через правую границу

$$= vC_A + d(vC_A) + N + dN,$$

скорость исчезновения компонента

$$A = kC_A dx,$$

где v – осевая скорость потока компонента A . Предполагается, что k и v постоянны.

Для сохранения количества компонента A необходимо, чтобы

$$vC_A + N = vC_A + d(vC_A) + N + dN + kC_A dx$$

Упрощая это равенство с учетом (1), получаем

$$E_a d^2 C_A / dx^2 - v dC_A / dx - k C_A = 0. \quad (2)$$

Положим

$$U = C_A / C_{A0}, \quad r = x/L, \quad N_{pe} = vL/E_a, \quad R = kL/v,$$

тогда равенство (2) запишется в виде

$$d^2 U / dr^2 - N_{pe} dU / dr - N_{pe} R U = 0.$$

Если C_{A0} – концентрация компонента A в жидкости, поступающей в трубу, то поток компонента A на входе трубы, откуда жидкость движется за счет конвекции и диффузии, равен

$$v C_{A0} = v C_A(0) + N(0),$$

или

$$v C_{A0} = v C_A(0) - E_a dC_A(0) / dx,$$

или в безразмерной форме

$$1 = U(0) - (1/N_{pe}) dU(0) / dr.$$

Если L – длина трубы, то граничное условие при $x = L$ имеет вид

$$dC_A(L) / dx = 0,$$

или в безразмерной форме

$$dU(1) / dr = 0.$$

Физически это условие означает, что длина трубы достаточна для завершения реакции. В силу соотношения (1) $dC_A / dx = 0$, если поток компонента A равен нулю.

Итак, имеем линейную задачу

$$\varepsilon^2 U''(r) + a(r)U'(r) - \beta b(r)U^n(r) = 0, \quad U'(1) = 0, \quad U(0) = 1, \quad (7)$$

где ε, β – параметры.

Для получения решения уравнения (7) функция U записывается в виде ряда по степеням параметра β (внешняя асимптотика Пуанкаре)

$$U(r, \beta) = U_0(r) + \beta U_1(r) + \beta^2 U_2(r) + \dots \quad (8)$$

Приравнявая коэффициенты при одинаковых степенях параметра β , в результате внешнего разложения получим систему линейных дифференциальных уравнений для определения неизвестных функций $U_0(r), U_1(r), \dots$

$$\beta^0: \varepsilon^2 U_0'' + a(r)U_0' = 0,$$

$$G_{1,2}(r) = \exp\left(\int_0^r \delta_{0,2}^* \sqrt{g(\tau)} d\tau\right), \quad E(r) = \exp\left(\frac{1}{2\varepsilon^2} \int_0^r a(\tau) d\tau\right), \quad \delta_{0,2}^* = G \pm \sqrt{\varepsilon^{-2} + G^2},$$

$$G = \frac{g(0) - g(1)}{4 \int_0^1 \sqrt{g^3(x)} dx}, \quad g(r) = \frac{a^2(r)}{4\varepsilon^2} + \frac{a'(r)}{2} - b(r).$$

Аналогично находится решение уравнения (10), т.е. функция U_1^H .

$$d^2 U / dr^2 - N_{pe} dU / dr - N_{pe} R U = 0, \quad (3)$$

с граничными условиями

$$dU(1) / dr = 0,$$

$$U(0) - (1/N_{pe}) dU(0) / dr = 1. \quad (4)$$

Если рассмотреть эту же задачу, но уже для химической реакции n -го порядка, то скорость исчезновения компонента A равна $A = k C_A^n dx$ и уравнение (3) принимает нелинейный вид

$$d^2 U / dr^2 - N_{pe} dU / dr - N_{pe} R U^n = 0, \quad (5)$$

с граничными условиями (4).

Требуется найти зависимость этой скорости от трех безразмерных физических параметров, а именно от осевого числа Пекле N_{pe} , групповой константы реакции R и порядка реакции n .

Если считать концентрацию на входе реактора заданной постоянной, тогда граничные условия (4) принимают вид

$$U(0) = 1, \quad dU(1) / dr = 0. \quad (6)$$

Применение двойного гибридного ВКБ подхода

Гибридный метод был эффективно применен к ряду нелинейных задач для различных значений параметров при старшей производной и при нелинейной составляющей [4 - 6]. Введем замену

$$\varepsilon^2 = 1/N_{pe}, \quad \beta = R, \quad a(r) = -1, \quad b(r) = 1$$

тогда (5) запишется в общем виде

$$U_0(0) = 1, \quad U_0'(1) = 0, \quad (9)$$

$$\beta^1: \varepsilon^2 U_1'' + a(r)U_1' = b(r)U_0^n,$$

$$U_1(0) = 0, \quad U_1'(1) = 0, \quad (10)$$

...

Рассматривается случай при $n = 2$. Ограничиваясь двумя слагаемыми в (9) и используя гибридный метод [3], ВКБ-Галеркин решение уравнения (5) находится в виде

$$U_0^H(r) = c_1 \frac{G_1(r)}{E(r)} + c_2 \frac{G_2(r)}{E(r)}, \quad (11)$$

где

$$U_1^H(r) = -\frac{\varepsilon^{-2}G_1(r)}{(\delta_{0_2}^* - \delta_{0_1}^*)E(r)} \cdot \left(\int_0^r \frac{E(x)b(x)(U_0^H(x))^2}{\sqrt{g(x)G_1(x)}} dx + s_1 \right) + \frac{\varepsilon^{-2}G_2(r)}{(\delta_{0_2}^* - \delta_{0_1}^*)E(r)} \cdot \left(\int_0^r \frac{E(x)b(x)(U_0^H(x))^2}{\sqrt{g(x)G_2(x)}} dx + s_2 \right). \quad (12)$$

Найденные функции (11) и (12) подставляются в разложение (8) и в результате имеем

$$U^H(r) = c_1 \frac{G_1(r)}{E(r)} + c_2 \frac{G_2(r)}{E(r)} + \beta \left(-\frac{G_1(r)}{\varepsilon^2(\delta_{0_2}^* - \delta_{0_1}^*)E(r)} (c_1^2 I_1(r) + 2c_1 c_2 I_2(r) + c_2^2 I_3(r) + s_1) + \frac{G_2(r)}{\varepsilon^2(\delta_{0_2}^* - \delta_{0_1}^*)E(r)} \cdot (c_1^2 I_4(r) + 2c_1 c_2 I_1(r) + c_2^2 I_2(r) + s_2) \right), \quad (13)$$

где

$$I_1(r) = \int_0^r f(x) \exp(\delta_{0_1}^* h(x)) dx,$$

$$I_2(r) = \int_0^r f(x) \exp(\delta_{0_2}^* h(x)) dx,$$

$$I_3(r) = \int_0^r f(x) \exp((2\delta_{0_2}^* - \delta_{0_1}^*) h(x)) dx,$$

$$I_4(r) = \int_0^r f(x) \exp((2\delta_{0_1}^* - \delta_{0_2}^*) h(x)) dx,$$

$$f(x) = \frac{b(x)}{E(x)\sqrt{g(x)}}, \quad h(x) = \int_0^x \sqrt{g(\tau)} d\tau.$$

$$k = \delta_{0_1}^*, \delta_{0_2}^*, 2\delta_{0_2}^* - \delta_{0_1}^*, 2\delta_{0_1}^* - \delta_{0_2}^*.$$

В ряде работ [7, 8] доказывается ε -асимптотичность решения (13) уравнения (5).

Для уравнения (5)-(6) при $n = 2$ решение (13) принимает вид

$$U^H(r) = c_1 e^{\frac{1+q}{2\varepsilon^2}r} + c_2 e^{\frac{1-q}{2\varepsilon^2}r} + \beta \frac{2\varepsilon^2}{q} \left(e^{\frac{1+q}{2\varepsilon^2}r} \left(\frac{c_1^2}{1+q} e^{\frac{1+q}{2\varepsilon^2}r} + \frac{2c_1 c_2}{1-q} e^{\frac{1-q}{2\varepsilon^2}r} + \frac{c_2^2}{1-3q} e^{\frac{1-3q}{2\varepsilon^2}r} + s_1 \right) - e^{\frac{1-q}{2\varepsilon^2}r} \cdot \left(\frac{c_1^2}{1+3q} e^{\frac{1+3q}{2\varepsilon^2}r} + \frac{2c_1 c_2}{1+q} e^{\frac{1+q}{2\varepsilon^2}r} + \frac{c_2^2}{1-q} e^{\frac{1-q}{2\varepsilon^2}r} + s_2 \right) \right),$$

где

$$q = \sqrt{1-4\varepsilon^2}.$$

Если рассматривается химическая реакция третьего порядка (т.е. $n = 3$), решение (13) уравнения (5) имеет вид

$$U^H(r) = c_1 e^{\frac{1+q}{2\varepsilon^2}r} + c_2 e^{\frac{1-q}{2\varepsilon^2}r} +$$

$$\begin{aligned}
 & + \beta \frac{\varepsilon^2}{q} \left(e^{\frac{1+q}{2\varepsilon^2}r} \left(\frac{c_1^3}{1+q} e^{\frac{1+q}{\varepsilon^2}r} + 3c_1^2 c_2 e^{\frac{r}{\varepsilon^2}} + \right. \right. \\
 & \left. \left. + \frac{3c_1 c_2^2}{1-q} e^{\frac{1-q}{\varepsilon^2}r} + \frac{c_2^3}{1-2q} e^{\frac{1-2q}{\varepsilon^2}r} + s_1 \right) - \right. \\
 & \left. - e^{\frac{1-q}{2\varepsilon^2}r} \cdot \left(\frac{c_1^3}{1+2q} e^{\frac{1+2q}{\varepsilon^2}r} + \frac{3c_1^2 c_2}{1+q} e^{\frac{1+q}{\varepsilon^2}r} + \right. \right. \\
 & \left. \left. + 3c_1 c_2^2 e^{\frac{r}{\varepsilon^2}} + \frac{c_2^3}{1-q} e^{\frac{1-q}{\varepsilon^2}r} + s_2 \right) \right)
 \end{aligned}$$

Решению уравнения (5) с нелинейностью четвертой степени посвящена работа [4].

Сравнение результатов

Для доказательства эффективности предложенного двойного асимптотического разложения на базе объединения методов Пуанкаре и фазовых интегралов в первом приближении к уравнению (5) вычислены относительные погрешности результатов для $n = 3$, при $N_{pe} = 10; 2; 1$ (табл.1). Результаты, полученные двойным гибридным ВКБ подходом, хорошо сочетаются с результатами из [9].

Таблица 1.

Максимальные относительные ошибки (%) предложенного асимптотического подхода для различных значений внутреннего и внешнего параметров ($n = 3$)

$\Delta_{\max}(U^H)$	$\beta = 0,001$	$\beta = 0,01$	$\beta = 0,1$
$\varepsilon^2 = 0,1$	0,05	0,11	1,76
$\varepsilon^2 = 0,5$	0,187	0,62	9,28
$\varepsilon^2 = 1$	$2,212 \cdot 10^{-3}$	$8,768 \cdot 10^{-3}$	0,76

Однако, для нелинейной составляющей второй степени ($n = 2$) метод предоставляет неточные и неадекватные результаты. Поэтому в разложение (8) относительно уравнения (7) для $n = 2$ необходимо включить третье слагаемое $U_2(r)$, тогда в систему (9)-(10) добавляется уравнение вида

$$\begin{aligned}
 \varepsilon^2 U_2'' + a(r)U_2' &= 2b(r)U_0U_1, \\
 U_2(0) = 0, U_2'(1) &= 0, \quad (15)
 \end{aligned}$$

решение которого найдено аналогично (10).

Решения систем (9)-(10) U^H и (9), (10), (15) U^{H3} представлены на рис. 1 в сравнении с численными результатами T , полученными в среде программного пакета «MathCad».

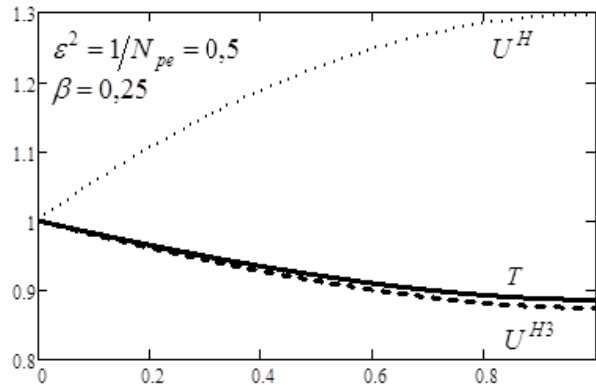


Рис.2. Сравнение результатов решения уравнения (5) при $n = 2$

Выводы

В результате сравнительного анализа при увеличении параметра β , были получены удовлетворительные результаты для различных значений параметров при старшей производной.

Уравнение типа (7) возникает при исследовании процессов сложного теплообмена в конструкциях с переменной геометрией при $n = 4$, также в процессе изучения особенностей ударных волн для определения полной энтальпии при следующих условиях: $\varepsilon^2 = 1/N_{pe}$, $\beta = K$ – параметры, $a(r) = x$, $b(r) = 1$, $n = 5$, т.е. уравнение содержит нелинейность пятой степени. Поэтому, данное направление исследования в области асимптотических методов является перспективным и, как показал численный эксперимент, дает результаты, хорошо сочетаемые с результатами, полученными другими методами.

Список литературы

1. Samoilenko V. H. Asymptotic solutions of the Couchy problem for the singularly perturbed Korteweg-de Vries equation with variable coefficients / V. H. Samoilenko, Yu. I. Samoilenko // Ukrainian Mathematical Journal. – 2007. – № 1. – P. 126–139.

2. Старун І.І. Лінійні сингулярно збурені системи / І.І. Старун, М.І. Шкіль // Український математичний журнал. – 2002. №12. – С. 1688-1693.
3. Грищак В. З. Гібридні асимптотичні методи та техніка їх застосування / В. З. Грищак. – Запоріжжя : ЗНУ, 2009. – 226 с.
4. Gristchak V. Z. On approximate analytical solution of nonlinear thermal emission problems / V. Z. Gristchak, A. M. Pogrebitskaya // Technische mechanik. – 2011. – V. 31, № 2. – С. 112–120.
5. Грищак В. З. Подвійний асимптотичний розклад у проблемі променевого теплообміну кільцевих ребер трапецеїдальної форми / В. З. Грищак, Г. М. Погребицька // Математичні методи та фізико-механічні поля. – 2009. – Т. 52, № 3. – С. 217–223.
6. Погребицька Г.М. Розв'язання задачі про поширення температури у сфері тепловим потоком відповідно до експоненціального закону за допомогою подвійного гібридного асимптотичного розкладу / Г. М. Погребицька // Наукові праці Південного філіалу Національного ун-ту біоресурсів і природокористування України «Кримський агротехнологічний університет». Технічні науки. — 2013. — № 163. — С. 82–87.
7. Погребицькая А. М. Об оценке точности аналитического гибридного решения задачи теплопереноса / А. М. Погребицькая, С. И. Смирнова // Ученые записки Таврического национального ун-та им. В. И. Вернадского. Серия: Физико-математические науки. – 2010. – Т. 23 (62), № 2. – С. 113–123.
8. Погребицькая А. М. Аналітична оцінка подвійного гібридного ВКБ-Галеркін нелинейного однорядного дифференціального уравнения с переменными коэффициентами / А. М. Погребицькая, С. И. Смирнова // Ученые записки Таврического национального ун-та им. В. И. Вернадского. Серия: Физико-математические науки. — 2011. — Т.24 (63), № 3. — С.61-74.
9. На Ц. Вычислительные методы решения прикладных граничных задач / Ц. На. – М. : Мир, 1982. – 294 с.

THE TECHNIQUE OF APPLYING A HYBRID ASYMPTOTIC METHOD IN THE PROBLEM OF THE DESIGN OF ISOTHERMAL TUBULAR REACTORS

Abstract. The paper considers the extension of the class of asymptotic methods for solving nonlinear differential equations by improving the double hybrid method based on a combination of methods of Poincare, phase integrals and Bubnov-Galerkin method. The chemical reaction of the second and third orders is considered. It is found that the proposed double hybrid method has high accuracy, thus it allows obtaining a single solution for different values of the parameters of inner and outer decompositions, as when increasing the parameter with the non-linear component satisfactory results for different values of the parameters in the highest derivative are obtained.

Keywords: asymptotic methods, hybrid WKB-Galerkin method, Poincare's method, nonlinear differential equations, designing of chemical energy source for devices.

УДК 620.9: 69.009.1

О НЕОБХОДИМОСТИ НОРМАТИВНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ПОЛИТИКИ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

Цопа Н.В., Малахова В.В., Ковальская Л.С.

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского,

Академия строительства и архитектуры,

Адрес: г. Симферополь, ул. Киевская, 181

E-mail: Natasha-ts@yandex.ru

Аннотация. В статье проанализированы тенденции энергосбережения в России. Выявлены общемировые тенденции развития политики энергосбережения, рассмотрены основные мировые концепции энергоэффективного строительства. Рассмотрена нормативно-регулирующая база отечественной энергосберегающей политики в строительном комплексе. Выявлены основополагающие нормативно-правовые акты, регулирующие отношения в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Подтверждена необходимость регуляторного воздействия со стороны государства на энергосберегающую политику в строительном комплексе.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, потенциал энергосбережения, строительный комплекс, нормативное регулирование энергосбережения.

Введение

Научно-технический прогресс, развитие промышленности, общий рост экономики и населения на планете являются причиной быстрого роста потребления энергии. Снижение энергопотребления в строительном комплексе одна из приоритетных задач повышения энергетической эффективности российской экономики. В связи с этим в трудах ученых достаточно актуальными являются проблемы, посвященные исследованию вопросов энергосбережения и энергоэффективности. Обусловлено это рядом специфических причин, среди которых весомое место принадлежит росту цен на энергоносители и высокому уровню энергоемкости производства в строительном комплексе, что негативно сказывается на себестоимости выпускаемой продукции, выполняемых работ и услуг, обуславливает падение спроса, снижение объемов валового внутреннего продукта. Внедрение энергосберегающих проектов позволяет снижать энергоемкость производства, а увеличение энергоэффективности выступает важной составляющей конкурентоспособности любой национальной экономики. Важное значение, при этом имеет нормативно-регулирующее воздействие государства, связанное с поддержкой и развитием энергосбережения в строительном комплексе.

Анализ публикаций, материалов, методов

Согласно государственной программе РФ «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года» [1] вопросы энергосбережения и повышения энергетической эффективности следует рассматривать как ключевые в улучшении общей экономической ситуации в стране. Общеизвестная статистика гласит, что 1 % энергосбережения способствует приросту валового внутреннего продукта на 0,35 %.

Это обусловлено тем, что затраты, связанные с экономией энергоресурсов в 2–3 раза ниже капитальных вложений для эквивалентного прироста их производства [2].

Одной из наиболее энергоемких отраслей экономики России является капитальное строительство. Система теплоснабжения только гражданских зданий потребляет до 30% добываемого в нашей стране твердого и газообразного топлива [3]. До конца 80-х годов особое внимание уделялось минимизации капитальных затрат на строительство и недостаточно учитывались эксплуатационные затраты зданий, но из-за резкого роста стоимости энергоресурсов, в связи с переходом нашей страны к рыночной экономике, в начале 90-х годов вопрос энергосбережения приобрел более важное значение.

В 2008 году вышел Указ Президента Российской Федерации № 889, в котором была сформулирована задача снизить к 2020 году энергоемкость валового внутреннего продукта не менее чем на 40 % по сравнению с 2007 годом. А в 2011 году Постановление Правительства Российской Федерации № 18, в котором сформулировано, что к 2020 году должны быть сокращены удельные годовые расходы на отопление и вентиляцию на 40% [4].

Дискуссионные вопросы в области энергосбережения активно исследуются такими учеными как: Табунщиков Ю.А., Гагарин В.Г., Бадьин Г.М., Дмитриев А.Н. и многие другие. Однако исследования, связанные с нормативно-регулирующим обеспечением формирования современной энергосберегающей политики в строительном комплексе не проведены в полном объеме до сих пор.

Цель и постановка задачи исследования

Целью данной научной работы является исследование необходимости нормативного регулирования современной энергосберегающей политики в строительном комплексе, на основании исследования особенностей энергосбережения в строительной отрасли.

В соответствии с поставленной целью в работе решаются следующие задачи: проанализированы тенденции энергосбережения в нашей стране; выявлены общемировые тенденции развития политики энергосбережения; рассмотрена нормативно-регулирующая база отечественной энергосберегающей политики в строительном комплексе.

Основной раздел с результатами и их анализом

После мирового экономического кризиса 1974 года перед обществом остро встала проблема экономии энергетических ресурсов, обусловлено это было кризисом, который произошел в строительной отрасли, в связи с неодинаковой степенью развития строительных технологий в сфере ограждающих конструкций зданий и инженерных систем. Именно в данный период времени зародилась идея энергетически эффективного строительства. В этот период (середина 70-х годов XX века) были фрагментарно реализованы проекты энергетически эффективных зданий. Однако тотальное внедрение энергосберегающих технологий было не возможно, по причине отсутствия необходимых строительных норм и стандартов. Уже к середине 80-х годов XX века в ряде в Дании, Швеции и Германии была сформирована советующая нормативная база и начали возводиться энергоэффективные сооружения.

К концу 80-х годов немецкий архитектор В. Файст разработал концепцию «пассивного дома» (Passivhaus), которая была реализована в 1991 году в городе Дармштадт, где был внедрен первый экспериментальный проект «пассивного дома» в истории Германии [5].

«Пассивный дом» привлекателен тем, что в определенных обстоятельствах не требует дорогостоящего отопления вообще, что достигается за счет использования для отопления преимущественно внутренних тепловых ресурсов. Чтобы достичь этого, необходимо максимально утилизировать тепло выбросов, а также за счет эффективной теплоизоляции обеспечить минимизацию тепловых потерь [6].

Концепция «здания с нулевым энергопотреблением» (ZEB, Zero Energy Building) получила развитие в США и Канаде. Эта концепция имеет схожие черты со стандартом пассивного дома, но также есть и отличия. В концепции «нулевого дома» основное внимание было уделено использованию альтернативных (возобновляемых) источников энергии, например энергии солнца и ветра. В США к концу 90-х годов в соответствии с ZEB концепцией было построено несколько экспериментальных энергетически эффективных зданий. В летний период от солнечных батарей энергии вырабатывалось на 60% больше, чем было необходимо для проживания и эксплуатации здания. Излишек энергии использовался для расщепления воды и получения водорода, который использовался для обогрева в холодный период времени.

В этот же период времени в нашей стране не наблюдалось достаточно быстрой реакции на мировой кризис 1974 года. Так, нормы тепловых потерь снизились на 15-20%, в то время как за рубежом эффективность теплоизоляционных конструкций была повышена в 1,5-2 раза. При разработке норм 1988 года стоимость тепловой энергии составляла 15руб./Гкал, а в настоящее время она в 25 раз выше и приближается к мировой. В табл. 1 отражено сопоставление требуемого сопротивления теплопередачи наружных ограждающих конструкций жилых зданий для России (г. Москва) с показателями других стран до 1994 г.

Таблица 1

Сопоставление требуемого сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций жилых зданий до 1994 г.

Страна	Требуемое сопротивление теплопередаче, м ² К/Вт		
	Стены	Покрытие	Окна
Россия	0,93-1,72	1,76-2,16	0,39
Канада	2,5-3,7	2,4-3,5	0,3
Норвегия	4,0	4,35	0,48
США	1,08-2,5	3,57-7,14	0,49
Швеция	3,3-4	5,0-5,9	0,5

Общемировые тенденции развития политики энергосбережения условно можно разделить на четыре этапа, что отражено в табл. 2.

Первый этап характеризуется первоначальным формированием законодательной базы по энергосбережению. Для второго этапа

характерно внедрение энергосберегающих технологий. На третьем этапе возросла роль экологической составляющей в строительстве. Четвертый этап характеризуется глобальным процессом энергосбережения.

Таблица 2
Общемировые тенденции развития политики энергосбережения

Годы	Характерные черты
1973-1991	Вследствие энергетического кризиса в большинстве развитых государств разрабатывалась законодательная база по энергосбережению, приняты программы по экономии энергии. Государства оказывали финансовую поддержку научно-исследовательским разработкам, направленным на использование нетрадиционных источников энергии.
1991-2003	Ведется активное внедрение энергосберегающих технологий, разработанных в предыдущий период (тепловых насосов, ветровых генераторов, солнечных элементов), строительство энергоэффективных зданий, санация эксплуатируемых зданий для доведения их до современных требований по энергосбережению. Окончательно сформировалось понимание необходимости комплексной оценки зданий и эффективности энергосберегающих технологий. Россия в 90-х годах стала только задумываться о необходимости энергосбережения.
2003-2008	Повышенное внимание уделяется экологической ситуации на планете, вопросам глобального потепления и снижению выбросов углекислого газа. Массовое использование солнечной энергии, а также иных возобновляемых источников энергии.
С 2009	На фоне финансового кризиса, негативно повлиявшего на экономику почти всех стран, в глобальный процесс энергосбережения вступает Россия. Развитыми странами законодательно ограничивается потребление традиционных источников энергии в промышленности. Активизировались повсеместные протесты против атомных электростанций, что дополнительно повысило необходимость энергосбережения и применения альтернативных источников энергии.

Следует отметить, что энергетические ресурсы в России используют менее эффективно, чем в странах Европы и США. Россия обладает высоким потенциалом энергосбережения, по причине того, что она является одной из самых холодных стран в мире, и поэтому потребность в энергии на обеспечение населения теплом выше, чем в других странах.

Значительное отставание России в области энергосбережения связано с тем, что нормативно-регулирующее обеспечение энергосберегающей политики в нашей стране было сформировано позже, чем в других странах. Многие государства на протяжении более, чем тридцати лет снижают уровень затрат на закупки энергоносителей, внедряют энергосберегающие мероприятия.

Европейские страны и США продолжают и сейчас целенаправленно реализовывать

энергосберегающую политику. Обусловлено это ростом спроса на энергию за счет роста экономики, повышением благосостояния населения этих государств, нестабильностью цен на нефть и другие энергетические ресурсы, отказом от атомной энергетики, изменением климата на планете. Также в Европе и США продолжают активно возводить энергоэффективные, пассивные и активные здания.

В строительном комплексе энергетические ресурсы потребляются при производстве и изготовлении строительных материалов, их последующей перевозке, в процессе возведения объектов, при эксплуатации объектов и во время реконструкции или сноса зданий и сооружений. При сравнении этих видов потребления энергии выявлено, что наибольшее количество энергии потребляется при эксплуатации объектов недвижимости (таблица 3) [7].

Таблица 3
Потребление энергии в строительном комплексе России в конце 90-х годов

Виды потребления энергии	%
Эксплуатация объектов недвижимости	90
Потребление энергии при производстве строительных материалов и изделий	8
Потребление энергии при перевозке материалов и строительстве объектов	2

Из данных, представленных в таблице 3 видно, что потенциал энергосбережения в строительном комплексе очень высок. Однако анализ потенциала энергосбережения в России свидетельствует о том, что более 30% потенциала экономии энергии сосредоточено в коммунальных инженерных системах, до 70% – в зданиях и

сооружениях. Например, в многоквартирных домах в 3,5 раза выше, чем в странах со схожим климатом потребление энергии и тепла [8].

Взвешенная политика в области повышения теплозащитных свойств ограждающих конструкций была нарушена, когда в 1995 г. вступили в силу изменения к СНиП II-3-79*, согласно которым резко

повысились требуемые значения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. С 2000 г. величина требуемого сопротивления теплопередаче была повышена более чем в 3 раза. Такое решение в инженерной практике решение не было обеспечено проектными решениями ограждающих конструкций с необходимым уровнем теплосащиты [9].

Однако, опираясь на зарубежный опыт, а также ужесточив нормативы теплосащиты, можно

добиться эффективного сокращения теплотребления на отопление зданий путем устройства дополнительной теплоизоляции ограждений как эксплуатируемых зданий, так и вновь строящихся. За счет внедрения новых нормативных значений термических сопротивлений ограждающих конструкций зданий дополнительная потребность в топливно-энергетических ресурсах может быть значительно снижена (таблица 4) [10].

Таблица 4
Изменение величины термического сопротивления ограждающих конструкций в Москве

Период, годы	Стены, м ² С/Вт	Окна, м ² С/Вт
1982	1	0,38
1986	1	0,42
1995-2000	1,8	0,5
после 2002	3,13	0,54
С 01.10.2010	3,5	0,8
С 01.10.2016	4,0	1,0

Невозможность варьирования теплосащитными качествами отдельных элементов оболочки здания и отсутствие комплексных критериев не позволяет хотя бы косвенно оценить конечный результат. Поэтому в 2003 г. вышла новая редакция СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» [11], которая была в дальнейшем подвержена актуализации - Свод правил СП 50.13330.2012 от 30 июня 2012 г. [12] где для зданий установлены три нормируемых показателя тепловой защиты:

- санитарно-гигиенический показатель, определяющий перепад между температурой внутреннего воздуха и температурами поверхностей ограждающих конструкций, в том числе и стен;
- приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания, в том числе и наружных стен;
- удельный расход тепловой энергии на отопление здания, позволяющий варьировать величинами теплосащитных свойств ограждающих конструкций зданий, в том числе и стен.

Для обеспечения наружными стенами первого, санитарно-гигиенического, показателя необходимо, чтобы нормируемый температурный перепад Δt^H , между температурой внутреннего воздуха t^e и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С, принимался по СП 50.13330.2012.

Для обеспечения наружными стенами второго показателя необходимо, чтобы приведенное сопротивление теплопередаче стены R_o^{np} , м²·°С/Вт, было не менее нормируемого значения R_o^{norm} , м²·°С/Вт, т. е. $R_o^{np} > R_o^{norm}$ [12].

Для третьего показателя, отвечающего условиям энергосбережения, необходимо, чтобы удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, отнесенный к 1 м² площади или к 1 м³ объема здания, q_{om}^p , Вт / (м³·°С) должен быть меньше или равен нормируемому значению, q_{om}^{mp} Вт / (м³·°С).

Значения q_{om}^{mp} устанавливаются СП 50.13330.2012 [12] для разных видов зданий в зависимости от их назначения, этажности и объема.

Требования теплосащиты для зданий считаются выполненными, если соблюдаются требуемые условия по первому и второму или по второму и третьему показателям одновременно при соблюдении определенной величины первого показателя.

Достижение третьего показателя без значительного повышения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций может быть выполнено за счет внедрения современных инженерных систем и оборудования для поддержания микроклимата или рациональных объемно-планировочных решений. Выбор оптимальных по теплосащитке объемно-планировочных решений возможен только при проектировании новых зданий. Поэтому для эксплуатируемых зданий, у которых наружные ограждающие конструкции запроектированы по ранее действующим нормативам, как правило, необходимо обеспечивать соблюдение требований в основном по первому и второму показателям.

Расход тепловой энергии также зависит от компактности здания, характеризуемой показателем компактности $K_{ком}$, определяемым по СП 50.13330.2012 как отношение общей суммы площадей (по внутреннему обмеру) всех наружных

ограждений теплозащитной оболочки здания, м² к отапливаемому объему здания, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений, м³.

$$K_{\text{комп}} = \frac{A_n^{\text{сум}}}{V_{\text{от}}}, \quad (1)$$

где $K_{\text{комп}}$ - коэффициент компактности здания, м⁻¹.

$A_n^{\text{сум}}$ - сумма площадей (по внутреннему обмеру всех наружных ограждений теплозащитной оболочки здания, м²[12].

Чем ниже коэффициент компактности, тем энергоэффективнее считается здание.

Кроме рассмотренных выше трех нормируемых показателей, к ограждающим конструкциям предъявляют требование по температурам внутренней поверхности стены в зоне теплопроводных включений (места опоры железобетонных плит, ригелей, жестких связей облегченной кладки и т.п.), на углах и оконных откосах, во избежание эффекта мостиков холода.

В новой редакции СП 50.13330.2012 также как и в СНиП 23-02-2003 предложено использовать для нормирования теплозащиты оболочки здания комплексный показатель. Новое комплексное требование к теплозащите здания – удельная теплозащитная характеристика здания $k_{об}$, Вт/(м³°C) позволяет ужесточить требования к теплозащите наружной оболочки и одновременно учесть энергетическую оптимальность плана.

$$k_{об} = \frac{1}{V_{от}} \quad (2)$$

$$k_{об} = \frac{1}{V_{от}} \sum_i (n_{t,i} \frac{A_{ф,i}}{R_{o,i}^{np}}) = K_{\text{комп}} \cdot K_{\text{общ}} \quad (3)$$

где $R_{o,i}^{np}$ - приведенное сопротивление теплопередаче i -го фрагмента теплозащитной оболочки здания, м²·°C/Вт.

$A_{ф,i}$ - площадь соответствующего фрагмента теплозащитной оболочки здания, м²;

$V_{от}$ - отапливаемый объем здания, м³;

$n_{t,i}$ - коэффициент учитывающий отличие внутренней или наружной температуры у конструкции от принятых в расчете ГСОП;

$K_{\text{общ}}$ - общий коэффициент теплопередачи здания, Вт/(м²°C), определяемый по формуле

$$k_{об} = \frac{1}{A_n^{\text{сум}}} \sum_i (n_{t,i} \frac{A_{ф,i}}{R_{o,i}^{np}}) \quad (4)$$

Учет данного комплексного требования, в совокупности с поэлементным нормированием и

нормированием по экономическим показателям теплозащиты ограждающих конструкций, позволит существенно повысить энергоэффективность проектируемых зданий.

Повысить энергоэффективность жилищного фонда возможно за счет проведения комплексного капитального ремонта с реализацией энергосберегающих мероприятий. При этом оснащение зданий и квартир приборами учета является первоочередной задачей в масштабах всей страны. По итогам 2015 года обеспеченность многоквартирных домов России общедомовыми приборами учета электрической энергии - 60%, оснащенность индивидуальными приборами учета - 95%, общедомовыми приборами учета холодной воды - 45%, индивидуальными – 60%.

Основная проблема заключается в том, что в прошлые годы возводились здания без учета энергосберегающих мероприятий, что привело к несоответствию энергетических характеристик существующей застройки современным стандартам. В то же время современные строящиеся здания удовлетворяют новым нормативам по энергосбережению и теплозащите.

Мировой опыт показал, что передовые страны, которые достигли существенного прогресса в области ресурсосбережения, имели законодательную, правовую, финансовую поддержку со стороны парламентов, конгрессов и других законодательных и правительственных органов. В этих странах были приняты специальные законы об энергосбережении и финансируемые государственные программы по энергосбережению, что позволило снизить расход тепловой энергии на эксплуатацию зданий до уровня 20-22%, в то время как в нашей расходуется на эти цели около 34% произведенной тепловой энергии [13].

Основополагающим нормативным правовым актом, регулирующим отношения в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в настоящее время в нашей стране является Федеральный закон от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (Закон № 261-ФЗ). В рамках Закона № 261-ФЗ разработаны и приняты нормативно-правовые акты, содействующие формированию эффективной системы государственного регулирования в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Законодательство об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности Российской Федерации включает в себя законы и нормативно-правовые акты субъектов Российской Федерации, муниципальных правовых актов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Исходя из части 2 статьи 11 ФЗ № 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической

эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», требования энергоэффективности зданий, строений, сооружений должны включать в себя:

1) показатели, характеризующие удельную величину расхода энергетических ресурсов в здании, строении, сооружении;

2) требования к влияющим на энергетическую эффективность зданий, строений, сооружений архитектурным, функционально-технологическим, конструктивным и инженерно-техническим решениям;

3) требования к отдельным элементам, конструкциям зданий, строений, сооружений и к их свойствам, к используемым в зданиях, строениях, сооружениях устройствам и технологиям, а также требования к включаемым в проектную документацию и применяемым при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте зданий, строений, сооружений технологиям и материалам, позволяющие исключить нерациональный расход энергетических ресурсов как в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта зданий, строений, сооружений, так и в процессе их эксплуатации [14].

Правительство РФ приняло Федеральный закон от 28.12.2013 №399-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» для более детальной регламентации энергетического обследования. Принятие Закона позволило повысить ответственность саморегулируемых организаций в сфере энергосбережения, за счет ужесточения контроля за результатами энергетических обследований, которые оформляются в виде технического отчета по результатам [11]. Отчет содержит описание здания, теплотехнические характеристики конструктивных элементов здания и их износ, расчетные данные о потреблении энергоресурсов и воды. В отчете приводится сравнение нормативных параметров из СНиПов и фактическое потребление по приборам учета и

расчетных (проектных) данных по теплоэнергетическим показателям здания.

Положительно повлияла на формирование энергосберегающей политики в государстве принятая в 2010 году государственная программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года», которая включала в себя подпрограмму «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в жилищном фонде». Реализация технических мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, согласно целевым показателям программы, позволяет достичь к 2021 году годовой экономии первичной энергии в объеме 17,04 млн т у. т., суммарной экономии первичной энергии в объеме 97,83 млн т у. т. за весь срок реализации программы [1].

С принятием 261-ФЗ, редакции подверглись существующие нормативно-правовые акты Российской Федерации, субъектов и муниципальных образований Российской Федерации. Изменения коснулись Градостроительного Кодекса, в который внесены поправки, регламентирующие отношения в сфере энергосбережения, связанные со строительством, с реконструкцией, капитальным ремонтом объектов строительства. Основные изменения, которые оказали наиболее существенное влияние мероприятия, оказывающие воздействие на формирование энергосберегающей политики отражены в таблице 4. Как видно из данных таблицы 4, требования по соблюдению энергетической эффективности включены в состав проектной документации. Требования по соблюдению норм энергетической эффективности жестко контролируются органами государственного строительного надзора. Акцент сделан на необходимости оснащённости приборами учета энергетических ресурсов многоквартирных домов и объектов капитального строительства.

Принятие данных документов позволило сформировать целостную систему правовых, административных и экономических мер, которые стимулируют эффективное использование энергии.

Таблица 4
Поправки в ГК РФ, внесенные в соответствии с 261-ФЗ

Номер статьи	Содержание
Статья 48	В состав проектной документации объектов капитального строительства наряду с существовавшими ранее разделами включен перечень мероприятий по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащённости приборами учета энергетических ресурсов.
Статья 54	Предметом государственного строительного надзора является проверка соответствия выполнения работ и строительных материалов при строительстве, реконструкции объекта капитального строительства, а также результатов таких работ требованиям технических регламентов, проектной документации, в том числе требованиям энергетической эффективности и оснащённости объекта капитального строительства приборами учета энергетических ресурсов.

Продолжение табл. 4

Статья 55	Указан перечень документов, необходимых для выдачи разрешения на ввод объекта в эксплуатацию. Он дополнен документом, подтверждающим соответствие параметров объекта капитального строительства требованиям энергетической эффективности и оснащенности приборами учета энергетических ресурсов. Также необходимо заключение органа государственного строительного надзора о соответствии объекта капитального строительства требованиям энергетической эффективности и оснащенности приборами учета используемых энергетических ресурсов. В документе должна содержаться информация о нормативных и фактических значениях показателей энергетической эффективности. Для многоквартирного дома должна быть указана информация о классе энергетической эффективности.
Статья 56	В информационной системе обеспечения градостроительной деятельности дела о застроенных или подлежащих застройке земельных участках должен содержаться перечень мероприятий по обеспечению соблюдения требованиям энергетической эффективности и оснащенности приборами учета энергетических ресурсов, а также акт проверки соответствия многоквартирного дома требованиям энергетической эффективности с указанием класса его энергетической эффективности на момент составления акта.
Статья 57	Органы местного самоуправления бесплатно предоставляют сведения о соответствии объектов капитального строительства требованиям энергетической эффективности и оснащенности приборами учета энергетических ресурсов, о классе энергетической эффективности многоквартирных домов в органы государственной власти для осуществления ими государственного контроля за соблюдением требований законодательства об энергосбережении.

Следует отметить, что переход на более жесткие новые нормативы потребует значительных затрат, но и экономическая мотивация такого решительного шага убедительна: эффективность вложений в энергосбережение в 4-5 раз выше, чем в разработку новых месторождений топливно-энергетических ресурсов. Проблема такого перехода многоотраслевая, и для ее решения в дальнейшем целесообразно разработать специальную целевую программу реализации энергосберегающей политики.

Литература

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2010 г. №2446-р «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года».

2. Плешивцев, В.Г. Закон «Об энергосбережении в г. Москве» [текст] [Электронный ресурс]. / В.Г. Плешивцев // АВОК. – 2006. – № 4. - Режим доступа:

3. Бутовский, И.Н. Совершенствование конструктивных решений теплозащиты наружных стен зданий [текст] / Бутовский И.Н., Худошина О.В. //Обзор. - М.: ВНИИТПИ.- 1990.- 66 с.

4. Табунщиков, Ю.А. Энергоэффективные здания и инновационные инженерные системы [текст] / Ю.А. Табунщиков. – АВОК, 2014. – № 1 – 125 с.

5. Бадьин, Г.М. Строительство и реконструкция малоэтажного энерго- эффективного дома [текст] / Г.М. Бадьин – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 432 с.

6. Вольфганг, Файст. Основные положения по проектированию пассивных домов [текст] / Ф. Фольфганг - М: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. – 144 с.

7. Дмитриев, А.Н. Управление энергосберегающими инновациями [текст] / А.Н. Дмитриев – М.: Изд-во АСВ, 2000. – 320 с.

8. Башмаков, И.А. Потенциал энергосбережения в России. Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. / И.А. Башмаков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gisee.ru/articles/smi/1078/>.

9. Гагарин, В.Г. Российская актуализированная редакция СНиП «Тепловая защита зданий». Нормирование и расчет теплозащиты и потребления энергии на отопление и вентиляцию [текст]/В.Г. Гагарин, Н.П. Умнякова // Проблемы экологической безопасности и энергосбережения в строительстве и ЖКХ: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Москва-Кавала, 2014. – С. 94-107.

10. Дмитриев, А.Н. Энергосбережение в реконструируемых зданиях: научное издание [текст] / А.Н. Дмитриев, П.В. Монастырев, С.Б. Сборщиков. – М.: Изд-во АСВ, 2008. – 208 с.

11. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».

12. Свод правил СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий».

13. Богословский, В.Н. Три аспекта создания здания с эффективным использованием энергии

[текст] / В.Н. Богословский // Журнал АВОК, С.-Петербург. – 1998. - № 7. – С. 5 – 12. 14. СНиП 31-02–2001 «Дома жилые многоквартирные».

ABOUT THE NECESSITY OF MODERN ENERGY SAVING REGULATORY POLICIES IN THE BUILDING COMPLEX

Summary. The article analyzes the energy-saving trends in Russia. Identified global trends in the development of energy saving policy, the basic concept of the world's energy-efficient construction. Considered legal and regulatory framework of national energy saving policy in the building complex. Revealed the fundamental legal acts regulating relations in the sphere of energy saving and energy efficiency. It confirmed the need for regulatory impact from the government policy on energy-saving in the construction industry.

Keywords: energy efficiency, energy saving, energy saving potential, the building complex, normative regulation of energy saving.

Раздел 4. Экологическая безопасность

УДК 551.49(477.9)

ОБЗОР ФОРМИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОСНОВНЫХ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ В КРЫМУ

Лущик А.В., Горбатюк Н.В., Иваненко Т.А.

Академия Строительства и Архитектуры КФУ им. В.И. Вернадского.

Адрес: г. Симферополь, ул. Киевская 181.

e-mail: gorb55@mail.ru

Аннотация: В статье рассматриваются особенности формирования подземных вод в Крыму, их разновидности, распределение в пределах гидрогеологических областей, выделяются геологические структуры с разнотипными условиями накопления и миграции вод, пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Приводятся мероприятия, необходимые для рационального использования подземных вод.

Ключевые слова: подземные воды, формирование, эксплуатационные запасы, водоотбор.

Введение

Для Крымского полуострова характерны сложные природные климатические, геологические, геоморфологические и др условия. Крым находится, преимущественно, в зоне недостаточного увлажнения, где многолетняя среднегодовая сумма осадков не превышает 350мм. Только в Горном Крыму (за исключением его Юго-Восточной части) и Предгорье количество среднегодовых осадков более 350-450мм. На небольшой по площади территории контактируют три крупные геологические структуры первого порядка, осложненные более мелкими структурными образованиями. Структурно – литологическое строение таково, что основная масса горных пород, являющихся коллекторами для пресных подземных вод, погружаются от Предгорья на Север, северо-восток, северо- и юго–запад. Глубина погружения этих пород увеличивается от первых метров до десятков и сотен метров, создавая условия для формирования артезианских бассейнов. На Новоселовском поднятии, в карбонатных породах верхнего неогена, и в покровных, преимущественно, четвертичных отложениях Равнинного Крыма и Керченского полуострова, под влиянием климатических условий, литологии горных пород, залегающих первыми от поверхности, формировались, практически повсеместно, соленые и солоноватые грунтовые воды не пригодные для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

В незначительных поверхностных водотоках на территории Равнинного Крыма, Керченского полуострова сток непостоянный, проходят редкие паводки, а в устьях их формируются, преимущественно, солоноватые воды. На значительной территории Крыма, практически, не было природных открытых источников пресных вод [1 - 6].

Поэтому проблема водоснабжения Равнинного Крыма и Керченского полуострова была и, к сожалению, остается актуальной. Актуальность

ее повышается с увеличением потребности в пресной воде, и в первую очередь, пригодной для хозяйственно - питьевого водоснабжения.

Без знания условий формирования подземных, пригодных для хозяйственно – питьевых целей в природных условиях и, особенно, при преобладающем влиянии техногенных факторов, в настоящее время, невозможно решить проблему рационального использования имеющихся водных ресурсов.

Состояние изученности

Изучение гидрогеологических условий и особенностей формирования подземных вод в Крыму развивались одновременно с хозяйственным освоением региона, и находилось в прямой зависимости от потребности в водных ресурсах. В первой работе по формированию подземных вод Крыма [3] рассматриваются четыре периода изученности: до середины XIX века; от середины XIX века до 1920г. XX века; от 1920г. до середины 1941г. (начало Отечественной войны); с 1945 г. до начала 70-х годов XX века. В эти периоды впервые обосновываются особенности формирования подземных вод в Крыму природных условиях. С конца XIX века при изучении формирования пресных подземных вод начали использовать результаты бурения первых скважин на воду в Равнинном Крыму и изучения источников в Горном Крыму. Активная хозяйственная деятельность в 20-е годы, способствовала развитию изучения формирования подземных вод различными организациями (Геологического ведомства, Академии наук, Водного хозяйства и др.) и накоплению большого объема фактического материала. Результаты анализа этого материала приводятся в работе К.И. Макова [4], где впервые рассматриваются особенности взаимосвязи и качества подземных вод напорных водоносных горизонтов. В период 1947-1965 гг. были выполнены большие объемы гидрогеологических

съемок в масштабах 1:200000 - 1:50000 для организации водной мелиорации, строительства системы Северо-Крымского канала (СКК) в Равнинном Крыму, на Керченском полуострове, в Предгорье и при поисково-разведочных работах в более крупных масштабах в Горном Крыму. Результаты данных исследований использовались для составления первой фундаментальной работы, в которой обосновывались региональные особенности формирования подземных вод под влиянием природных факторов, перспективы использования минеральных и термальных вод Крыма и др. направления гидрогеологических исследований [3].

С 1965г. по 1990г. гидрогеологические исследования проводились по направлениям: детальная разведка подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения; опытно-разведочные исследования с целью обоснования участков перспективных для искусственного пополнения подземных вод; специальные комплексные гидрогеологические исследования для целей мелиорации; наблюдения в системе мониторинга за подземными водами эксплуатируемых водоносных горизонтов и первых от поверхности водоносных горизонтов в зонах влияния гидротехнических сооружений, на орошаемых землях, в пределах городских агломераций и других населенных пунктов; поисково-разведочные работы на промышленные, минеральные и термальные воды. Новые данные об формировании и распространении подземных вод в южной части Причерноморского артезианского бассейна на территории Крыма; балансе подземных вод карстовых верхнеюрских отложений Горного Крыма; эксплуатационных запасах подземных вод в четвертичных отложениях Южного берега Крыма были опубликованы в работах [5-12]. В 70-80-х годах XX столетия проводились специальные гидрогеологические исследования по искусственному пополнению подземных вод основных водоносных горизонтов неогена в Равнинном Крыму. При выполнении этих работ были получены положительные результаты, которые позволили разработать методические рекомендации и обосновать технические мероприятия пополнения подземных вод в карстовых отложениях бассейновым и скважинным способами. Проведены опытно-эксплуатационные испытания пополнения запасов подземных вод этими способами, результаты которых внедрены для практического использования и приведены в опубликованных работах П.К. Гурьбы, А.А. Коджаспирова, В.И. Морозова, В.Т. Щегликова и др.

Гидрогеологические исследования в Крыму (1965-1990 гг.) выполнялись под общим методическим руководством научных сотрудников Института ВСЕГИНГЕО Мингео СССР (г.Москва), Геологических наук АН УССР (г. Киев), Минеральных ресурсов Мингео УССР (г.г.

Симферополь, Днепропетровск): А.Е. Бабинца, Н.Н. Биндемана, Б.В. Боревского, В.М. Гольдберга, В.С. Ковалевского, А.А. Коноплянцева, А.В. Лущика, Ф.А. Руденка, Л.С. Язвина, Е.А. Яковлева, В.М. Шестопалова, М.А. Шинкаревского. При выполнении гидрогеологических исследований использовались теоретические и научно-методические разработки и рекомендации: М.Е. Альтовского, Ф.М. Бочевера, И.К. Гавич, В.А. Кирюхина, С.Р. Крайнова, М. Лукнера, В.А. Мироненка, Н.С. Огняника, К.А. Питьевой, В.Г. Румынина, Е.А.Ришес, А.Б.Сытникова, В.М. Швеца, D. Daly, N. Goldscheider, O. Schmoll, которые и настоящее время являются актуальными.

Для периода с начала 90-х годов прошлого столетия характерно общее снижение развития экономики, в том числе и геологоразведочных работ. Однако, в этот период продолжалось изучение режима подземных вод основных эксплуатируемых горизонтов, грунтовых вод на массивах орошаемого земледелия., обобщение результатов ранее выполненных исследований, эколого-гидрогеологический анализ состояния подземных вод отдельных водозаборов, разрабатывались методические положения по эколого-гидрогеологическому картированию мелкого и среднего масштабов, составлялись полистные гидрогеологические карты масштаба 1:200 000 с учетом новых данных по стратиграфическому расчленению горных пород. Следует отметить научно-практическое значение ежегодников, издаваемых ГНПП «Геоинформ Украины», где приводятся обобщенные данные о состоянии подземных при преобладании влияния на их формирование техногенных факторов, выделяются основные очаги загрязнения, анализируются результаты использования ресурсов и запасов подземных вод по гидрогеологическим регионам и административным единицам [2;6;11].

Результаты анализа изученности подземных вод в Крыму позволяют отметить, что в настоящее время имеются фондовые и опубликованные материалы, необходимые для обоснования региональных особенностей формирования этих вод и изменений качественного состава их, которые произошли после утверждения эксплуатационных запасов во второй половине прошлого столетия (более 30 лет).

Поэтому, **целью** работы является обзор особенностей формирования подземных вод, пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения в Крыму. Соответственно основными **задачами** есть: анализ, систематизация, обобщение опубликованных и фондовых материалов, обоснование направлений исследований, необходимых для рационального использования пресных подземных вод.

Для выполнения данных исследований использовались традиционные методы: анализ, систематизация, обобщение опубликованных и

фондовых материалов, картографическое и математические моделирование, системный анализ, картографические и компьютерные технологии.

Согласно анализу изученности и общим методическим положениям в качестве **объекта исследований** определяются подземные воды Крыма, используемые для хозяйственно-питьевого водоснабжения, а **предметом** исследований являются особенности их формирования под влиянием природных и техногенных факторов.

Результаты исследований

На сравнительно небольшой территории Крыма сложное геологическое строение (сочленение Южного борта Причерноморской впадины, Горного Крыма и Западного замыкания Индоло-Кубанского прогиба - территория Керченского полуострова), обусловило формирование и контакт трех крупных, одноименных со структурами, гидрогеологических бассейнов первого порядка.

Формирование подземных вод в каждом гидрогеологическом бассейне имеет свои особенности, но основными общими природными факторами являются следующие: тектонические, геологические, геоморфологические, климатические [3;4]. Инфильтрационный период формирования подземных вод в Крыму, в формате близком к современному, начался в конце плиоцена - начале плейстоцена (более 2 млн. лет). Климат в пределах Крыма тогда был значительно влажнее, чем в настоящее время, в связи с наступлением ледников и смещением границы циклонов к югу. Интенсивные осадки и их инфильтрация являлись основным источником замещения минерализованных седиментационных вод в отложениях юры, мела, палеогена, неогена инфильтрационными водами [3-5;7].

В пределах *гидрогеологической провинции складчатой области Горного Крыма в аллювиальных, палеогеновых, меловых, и юрских отложениях формируются пресные воды* при инфильтрации атмосферных осадков. В юрских известняках верхнего этажа происходило формирование пресных (до 1,0 г/дм³) карстовых, преимущественно гидрокарбонатных кальциевых вод, с последующим накоплением и перемещением к местам разгрузки через многочисленные родники, а также субмарины в прибрежной зоне моря. Разгружаются они в виде многочисленных родников вокруг горного массива и дают начало местным водотокам и основным рекам, впадающим в Черное и Азовское моря. Пресные воды родников и рек Горного Крыма непосредственно использовались в Предгорье и на побережье Черного моря. Общий сток, вероятно, значительно превышал существующий в настоящее время, равный около 500 млн. м³/год, в том числе, подземный сток около 314 млн. м³/год. В горных породах нижнего этажа (сланцы триас-юры), формируются минерализованные хлоридные натриевые,

гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые воды с минерализацией превышающей 1,5 г/дм³ и содержащие сероводород до 40,0 мг/дм³ [3].

В артезианском бассейне Южного борта Причерноморской впадины образовалось три области второго порядка, гидравлически связанные между собой: *Северо - Сивашский артезианский бассейн* (северная и западная части Раздольненского района, Краснопереконский, Джанкойский, Красногвардейский, Советский, Нижнегорский районы, северная часть Симферопольского района); *Альминский бассейн, преимущественно напорных подземных вод* (Сакский район, юго-западная часть Симферопольского района); *Новоселовская гидрогеологическая область* (южная часть Раздольненского района, Черноморский, Первомайский районы). В пределах этих гидрогеологических областей основные ресурсы пресных вод приурочены к верхней части карбонатных отложений неогена, преимущественно напорные и вскрываются на глубинах более 20м. Безнапорные воды в данных отложениях находятся в пределах области питания в Предгорье и в Новоселовской гидрогеологической области.

В Равнинном Крыму формирование напорных вод в отложениях неогена, палеогена, мела началось также в конце неогена - начале плейстоцена, когда закончилось образование основной области питания в Предгорье. Выходы горных пород этих отложений на дневную поверхность находятся на абсолютных отметках более 100м над уровнем моря. Разгрузка вод, формирующихся в напорных водоносных горизонтах верхнего неогена (100-120 метровой толщи карбонатных пористых, карстующихся пород), происходила в Черное море на северо-западе и юго-западе полуострова, в зоне выходов известняков неогена в море, и на северо-востоке в зоне тектонических нарушений (на нулевых и отрицательных абсолютных отметках). Разгрузка вод среднего неогена (миоцена), меловых и палеогеновых горизонтов, на погружении более 250 метров, в природных условиях осуществлялась через слабоводопроницаемые горные породы в выше залегающие горизонты преимущественно в зонах тектонических нарушений (зонах разуплотнения). Это обусловило замедленное движение и формирование минерализованных вод на погружениях. Пресные воды, преимущественно, гидрокарбонатные натриевые, натриево-кальциевые, формировались только в области питания и распространялись до 70км на погружении, т.е. по широте г.Евпатория – пгт.Первомайское - пгт.Красногвардейское – пгт.Азовское – и до границы майкопских глин Азово-Кубанского прогиба, т.е. западной границы Керченского полуострова.

Особенности формирования пресных напорных вод неогеновых водоносных горизонтов

(основных эксплуатируемых) под влиянием природных факторов описываются в работах [3;4;7]. Подземные воды, в отложениях верхней части неогена, перемещались и стремятся перемещаться от области питания под влиянием гидродинамического давления к области разгрузки (по схеме сообщающихся сосудов). В области питания гидродинамическое давление превышает давление в областях разгрузки более чем на 10 атм. Основной процесс инфильтрационного питания, непосредственно атмосферными осадками, дополняется инфильтрацией из рек, временных водотоков, пересекающих область питания и аллювиальных четвертичных водоносных горизонтов. Общее инфильтрационное питание составляет примерно 1,04 млн. м³/сутки (только для водоносных горизонтов верхней части неогена в Равнинном Крыму). От области питания подземные воды в отложениях неогена движутся при скоростях фильтрации в понт-меотических и сарматских водоносных горизонтах, в среднем равных, соответственно, 0,036 и 0,017 м/сутки [5]. Скорости движения уменьшаются по мере погружения неогеновых отложений. У осевой части Причерноморской впадины и в зонах разгрузки они в 5,5-6,0 раз меньше, чем у области питания. В приосевой части Причерноморской впадины встречаются два потока: южный - от областей питания в Крыму и северный - от питания неогеновых напорных водоносных горизонтов северного борта Причерноморской впадины водами реки Днепр и Каховского водохранилища. В связи с этим образовалась зона замедленной фильтрации, где, практически, сохранились седиментационные хлоридные натриевые воды с минерализацией 25-30 г/дм³, близкой к минерализации опресненного плиоценового морского бассейна, который длительное время сохранялся в этом районе.

От области питания (Предгорье) к зонам разгрузки на северо-западе и северо-востоке образовались потоки пресных вод с минерализацией от 0,3 до 0,7 г/дм³ распространяющихся по всей мощности понтических, меотических и средне-верхнесарматских отложений, которые в Северо-Сивашской гидрогеологической области не разделяются водоупорными слоями. Северо-западный поток контактирует с зоной подпора. В этом потоке за 12-15 км от зоны подпора, в нижних слоях водоносных отложений неогена встречены остаточные седиментационные хлоридные натриевые воды. Минерализация и мощность этих вод увеличиваются на север (от сел Воронцовка-Орловка до г. Красноперекопска), соответственно от 1,2 г/дм³ до 5,5-30,0 г/дм³ и от первых метров до 175 и более метров, переходя в полностью минерализованные воды в осевой части Причерноморской впадины (на севере Северо-Сивашской гидрогеологической области). Минерализованные воды от г.г. Армянска-Красноперекопска распространены на восток до 67-

70 км. Северо-западный поток свободно разгружается в Черное море, а северо-восточный в системе тектонических нарушений в перекрывающие его отложения.

Подземные воды, движущиеся на юго-запад, были основными источниками питания неогеновых напорных водоносных горизонтов *Альминской впадины*. Разгружались эти водоносные горизонты на значительном расстоянии от берега Черного моря на абсолютных отметках менее нуля. При удалении от области питания в пределах Белогорского прогиба (на северо-восток, восток) и в Альминской впадине (на юго-запад, юг) при погружении водоносных отложений происходит повышение минерализации и уменьшение мощности пресных инфильтрационных вод. В связи с наличием разделяющих водоупорных отложений в разрезе происходит разделение минерализации и химического состава вод. В нижних отложениях разреза, как и в Северо-Сивашской гидрогеологической области, появляются минерализованные воды и сероводород, содержание которого достигает 6,8 мг/дм³. Наличие сероводорода обусловлено миграцией его по зонам тектонических нарушений и образованием при десульфатизации воды в восстановительной среде (процесс перехода сульфатов в сульфиды). Это подтверждается уменьшением сульфатов в воде более чем в 5 раз [3;5]. За исключением области питания водоносные горизонты в отложениях верхнего и среднего неогена, перекрыты песчано-глинистыми породами среднего и верхнего плиоцена и четвертичного возраста, мощностью до 40м, увеличивающейся от областей питания к погружению. Поэтому в природных условиях, на большей части территории распространения, они относятся к категории защищенных, или условно защищенных. Регионально выдержанная толща, подстилающих глин нижнего сармата, отделяет их от напорного водоносного горизонта среднего миоцена. Напоры этого горизонта на погружении превышают напоры верхних горизонтов до 10 и более метров. Горизонт мало эксплуатируется даже там, где минерализация воды менее 1 г/дм³. Обусловлено это тем, что водопроницаемость пород незначительная, глубоко залегает (более 200м.), и имеет неблагоприятный состав вод, которые содержат сероводород более 3,0 мг/дм³, температуру более +20⁰С, щелочную реакцию. Минерализация повышается при погружении и уже в 50-70 км от области питания превышает 1,5 г/дм³. Минерализация и температура основных водоносных неогеновых горизонтов, соответственно, не превышают 0,7 г/дм³ и +15⁰С. Водоносные горизонты в четвертичных, плиоценовых, палеогеновых, нижнемеловых, юрских отложениях, с водами пригодными для хозяйственно-питьевого водоснабжения, имеют ограниченное распространение в Предгорье, в долинах рек и не

являются основными источниками водоснабжения в Равнинном Крыму [1-11].

На *севере Керченского полуострова напорные подземные воды формировались в малых артезианских бассейнах мульд*. На юго-западе Керченского полуострова развиты практически безводные глины майкопа, а в северо-западной части распространены отложения неогена, содержащие слабо напорные воды с минерализацией более 1,5 г/дм³. На северо-востоке полуострова подземные воды в отложениях неогена образуют малые артезианские бассейны в мульдах, преимущественно с минерализацией вод 3-10 г/дм³ до 65 г/дм³ в зонах замедленного движения в центрах мульд. Только в краевых частях мульд, у областей питания, минерализация воды не превышает 2,0 г/дм³. На Керченском полуострове, в районе оз. Чокрак, вскрыты скважинами сероводородные воды от слабо минерализованных (2-3 г/дм³) сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатных натриево-кальциевых с содержанием сероводорода 10-20 мг/дм³ до сильно минерализованных (20-35

г/дм³) хлоридных натриевых с содержанием сероводорода до 250 мг/дм³ и выше. На юго-востоке полуострова, в районе оз. Тобечикского и с. Костырино, вскрыты термальные хлоридно-гидрокарбонатные воды (до +52 °С) с минерализацией 11-17 г/дм³ [3].

Начиная с конца XIX столетия происходит постоянное наращивание эксплуатационного водоотбора пресных подземных вод, преимущественно, неогеновых и четвертичных горизонтов в пределах Равнинного Крыма, Предгорья, Керченского полуострова, а юрских, меловых, палеогеновых и четвертичных горизонтов в Горном Крыму и Предгорье. Первые скважины на неогеновые водоносные горизонты были пробурены в конце XIX столетия в Равнинном Крыму. С этого времени техногенный фактор постепенно, усиливал влияние на формирование пресных вод, а со середины 60-х прошлого столетия стал преобладающим. В этом легко убедиться на рис. 1;2.

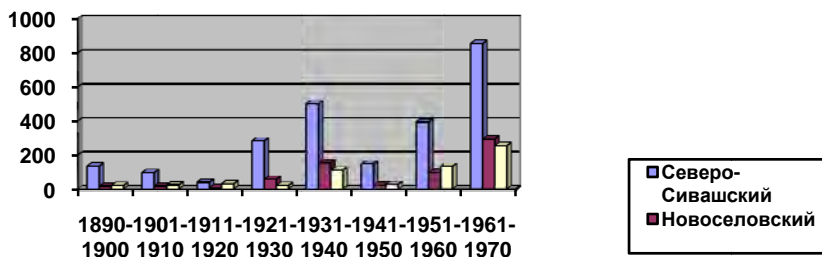


Рис. 1. График распределения по десятилетиям количества эксплуатационных скважин на воду, которые бурились в пределах Северо – Сивашского артезианского бассейна, Новоселовской и Альминской гидрогеологических областей в период с 1890г. по 1970г [5]. На вертикальной оси отобрано количество пробуренных скважин за десятилетие, а на горизонтальной показаны исследуемые периоды в годах.

Если за первое десятилетие в Северо – Сивашском артезианском бассейне было пробурено всего 133 скважины, то за десять лет, с 1961г. по 1970г., пройдено 854 скважины и диаметры их в среднем больше в 2 раза, что позволяло использовать мощные погружные высоконапорные насосы. Все это обусловило увеличение водоотбора

в летнее время, в связи с использованием подземных вод для орошения, только в Северо-Сивашском артезианском бассейне в 6,8 раза и формирование региональных депрессионных воронок практически перехватывающих поток пресных вод от области питания в Предгорье [1;2;5-11].

1949 скв.	68,7%	82,8 млн. м ³	67,8%
888 скв.	31,3%	53,4 млн. м ³	39,2%
Всего 2837 скв.	100%	Всего использование подземных вод составляет 136,2 млн. м ³	100%
А			Б

Рис. 2. Диаграммы сопоставления количества эксплуатационных скважин (А) и отбора подземных вод (Б) в 16 административных районах (зеленый фон) и 3 (Красноперекоском, Джанкойском, Красногвардейском) районах (красный фон) по состоянию на 1997г [14].

В осевой части Причерноморской впадины (зона подпора) находятся седиментационные минерализованные воды в отложениях неогена, уровни которых превышали динамические уровни в зоне интенсивного водоотбора более чем на 2,0м, что обусловило движение их к югу и замещение пресных вод минерализованными со скоростью до 440 м/год. Этот процесс происходил по всей линии контакта пресных и минерализованных вод (около 70км) на севере Крыма и в результате остались без пресной воды г. Красноперекоск, с.с. Почетное, Филатовка, Уткино и др. [5-11]. Замещение пресных вод минерализованными водами продолжалось более 5 лет и прекратилось только тогда, когда стали использовать пресные подземные воды для орошения. Это произошло после ряда постановлений директивных органов Украины, запретивших отбор пресных подземных вод для орошения и указывающих на необходимость использования для него только воды Северо-Крымского канала.

Водоотбор вызвал подтягивание морских вод в Альминском бассейне к основным водозаборам на неогеновые водоносные горизонты и к водозаборам аллювиальных водоносных горизонтов в долинах рек Южного берега. В последнее 25-летие, в связи с общим уменьшением водоотбора, эти процессы частично прекратились.

Однако, изменения качественного состава подземных вод продолжалось под влиянием различных видов хозяйственной деятельности, обуславливающей нарушение эколого-гидрогеологических условий [1;5-16]. Основная эксплуатационная нагрузка сосредоточилась в пределах Северо-Сивашского артезианского бассейна на территории Красноперекоского, Джанкойского и Красногвардейского районов, см. рис.2. Изменению качества подземных вод эксплуатируемых водоносных горизонтов способствовали разнотипные источники загрязнения. Во всех гидрогеологических бассейнах Крыма по данным, приведенным в работе [2], имеются очаги загрязнения и ухудшения качества отбираемых вод, в том числе и на отдельных водозаборах централизованного водоснабжения с утвержденными эксплуатационными запасами подземных вод. В Равнинном Крыму и частично Предгорье выявлено 39 очагов загрязнения подземных вод четвертичных, неогеновых, палеогеновых водоносных горизонтов южного борта Причерноморского артезианского бассейна. Загрязнение имеет, практически, региональное распространение. Наиболее распространены нарушения качественного состава подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Обусловлены они превышающими ПДК содержаниями нитратов, железа, пестицидов, тяжелых металлов, нефтепродуктов, хлоридов, сульфатов, общей жесткости и минерализации. Например, в очагах загрязнений превышают ПДК в

подземных водах содержания нитратов, лития, стронция, марганца, никеля, соответственно, в 3,7; 11; 3,5; 9,6; 1,9 раза [2].

В пределах Гидрогеологической провинции складчатой области Горного Крыма отмечается загрязнение нитратами и повышенный индекс бактерий групп кишечных палочек (БГПК) в аллювиальных, палеогеновых, меловых и юрских водоносных горизонтах. По данным на 2009 г. существовало более 10 очагов указанных выше загрязнений (преимущественно родники), где индекс БГПК достигает 28-2380 колоний образующих единиц (КОЕ)/дм³. Бактериологическое загрязнение подземных вод установлено в районах г.г. Симферополя, Севастополя, Ялты, Алушты и др. населенных пунктов. Очаги загрязнения подземных вод выявлены в долинах рек Южного берега и карстовых вод в пределах наиболее посещаемых территорий [2].

Качественный состав подземных вод требует уточнения. На это указывают данные об очагах загрязнения, приведенные в работах [1; 5-9;13-16]. Сведения о загрязнении подземных вод не полностью отражают уровень существующей техногенной опасности. При их выявлении не учитывалось наличие: не менее 70% сельских населенных пунктов без канализации и очистных сооружений; автозаправочных станций (АЗС) и других хранилищ углеводородов, жидких, твердых бытовых отходов; 21 водохранилища и 817 прудов, с общими объемами воды 336,8 млн.м³ и 80,7 млн.м³; водопроводов, нефтегазопроводов, канализационных и др. линейных систем.

Одним из важнейших факторов, определяющих развитие регионального загрязнения, является подтопление, развивавшееся на площадях орошаемого земледелия, в пределах промышленно-городских агломераций и других населенных пунктов. В 1982 г. было подтоплено 4,15% всей площади полуострова, а в 2004 г.-16,4%, то есть ежегодно площади подтопления увеличивались на 0,56% (150,24 км²), при, практически, одинаковом среднегодовом природном увлажнении. Эти процессы происходили при общем уменьшении использования вод в 2 раза, в том числе для хозяйственно-питьевых целей в 1,5 раза и промышленности в 2,3 раза. (с 1990г. по 2001г). За тот же период времени потери при транспортировке воды, в водоводах различного типа, увеличились в 1,97 раза. По результатам анализа состояния водоводов, водопроводных и канализационных сетей в Крыму, около 41% из них ветхие [13;15;16], что и является основной причиной увеличения площади подтопления в населенных пунктах. Это не только оказывало отрицательное влияние на условия жизнедеятельности, но и способствует региональному загрязнению подземных вод основных эксплуатируемых водоносных горизонтов Крыма. Подтопление вызывается подъемом уровня первых от поверхности земли грунтовых

водоносных горизонтов, в тоже время уровень основных водоносных горизонтов, из которых происходит водоотбор, понижается. При этом увеличивается гидростатическое давление и происходят процессы переноса загрязняющих компонентов в системе «горные породы зоны аэрации - грунтовые воды - слабоводопроницаемые горные породы - подземные воды эксплуатируемых горизонтов». Особенно активно такие процессы происходят в зонах тектонических нарушений [6; 9–11; 13;15;16;21-23].

Эксплуатационные запасы подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения, преимущественно, утверждались во второй половине прошлого столетия. Практически на всех водозаборах централизованного водоснабжения исчерпаны допустимые расчетные сроки водоотбора. Приведенные региональные изменения формирования подземных вод под влиянием техногенных факторов и особенно их качественного состава требуют уточнения. На это указывают и данные об очагах загрязнения. Необходима не только переоценка эксплуатационных запасов подземных вод на отдельных водозаборах, но и региональная оценка эксплуатационных возможностей гидрогеологических областей с учетом преобладания техногенных факторов формирования подземных вод, пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения [14;17;20;21].

Выводы

Для оценки возможности использования подземных вод в качестве гарантированного источника хозяйственно-питьевого водоснабжения необходимо выполнить:

- Региональную оценку качественного состава подземных вод основных эксплуатируемых и смежных с ними водоносных горизонтов, в масштабе не мельче 1:200 000.

- Провести регистрацию, картирование и оценку источников загрязнения. Установить связь этих источников с уже выявленными очагами загрязнения в эксплуатируемых и смежных с ними водоносных горизонтах, в горных породах зоны аэрации.

- Только после региональной оценки качества вод основных эксплуатируемых водоносных горизонтов, возможно выполнять переоценку утвержденных эксплуатационных запасов подземных вод, установить допустимые объемы отбора подземных вод без ухудшения их качества.

- Одновременно необходимо анализировать и совершенствовать существующую систему гидрогеологического мониторинга, приводить его в соответствие с изменяющимися условиями формирования подземных вод. Задачи существующего мониторинга необходимо расширить и перевести его на уровень эколого-гидрогеологического комплексного. Основными

должны быть наблюдения за количественными и качественными показателями, характеризующими состояние подземных вод, за источниками и очагами загрязнения.

- Для управления процессом формирования подземных вод при их эксплуатации необходимо создание постоянно действующих картографических электронных моделей, позволяющих в реальном масштабе времени принимать любые управленческие решения.

Литература

1. Устойчивый Крым. Водные ресурсы / [Под редакцией В.С. Тарасенко].- Симферополь: Изд-во «Таврия», 2003. – 413с.

2. Стан підземних вод України (щорічник) / Відповідальний за випуск зав. відділом обліку ресурсів підземних вод Н.Г. Пишна. – К. : ДНВП «Геоінформ України», 2010. – 118с.

3. Гидрогеология СССР, том VIII, Крым / [отв. редактор В.Г. Ткачук]. – М. : «Недра», 1971. – 364с.

4. Маков, К.И. Подземные воды Причерноморской впадины [Текст]. – М.: Госгеолтехиздат, 1940.- 215 с.

5. Подземные воды карстовых платформенных областей Украины / А. В. Лущик, В. И. Морозов, В. П. Мелешин и др. – Киев: Наук. думка, 1981. – 199 с.

6. Рубан, С.А., Шинкаревский М.А. Гідрогеологічні оцінки та прогнози режиму підземних вод України (монографія) [Текст] – К.: УкрДГРІ, 2005. – 572 с.

7. Лущик, А.В. Проблемы рационального использования запасов пресных подземных вод в районе Степного Крыма [Текст] // Водные ресурсы, № 4, 1976. – С. 106 – 114.

8. Лущик, А.В., Мелешин В. П. Влияние водоотбора на взаимосвязь неогеновых водоносных горизонтов Равнинного Крыма // Проблемы географии Крыма: мат-лы конф., посв. 25-летию Крымского отдела Географического общества СССР. – Симферополь, 1971. – С. 60 – 64.

9. Лущик, А. В. Формирование гидрохимического режима подземных вод в карбонатных отложениях под влиянием орошения в Равнинном Крыму [Текст] // Пражский конгресс интернациональной ассоциации гидрогеологов. Материалы. Том XVI, книга 3. – Прага, 1982. – С. 307 – 315.

10. Лущик, А.В., Морозов В.И., Мелешин В.П., Улитина А.А. Формирование подземных вод как основа гидрогеологических прогнозов. // Материалы I-й Всесоюзной гидрогеологической конференции. Т. 2. – М.: Наука, 1982. – С.111–113.

11. Дублянский, В. Н., Лущик А. В., Морозов В. И. и др. // Проблемы рационального использования и охраны геологической среды Крыма и прилегающих районов. – Киев: ИГН АН УССР, 1990. – 48 с.

12. Лущик, А. В. Прогноз изменений гидрогеологических условий под влиянием

водоотбора // Разведка и охрана недр, № 9, 1973. – С. 52-54.

13. Яковлев С.О., Иванюта С.П. Просторово-часовий розвиток підтоплення земель у містах і селищах міського типу як головний фактор техногенезу їхнього геологічного середовища. Національна безпека: український вимір: шокв. наук. зб. /Рада нац. безпеки і оборони України. Ін-т пробл. Нац. безпеки: редкол.: Горбулін В.П. (голов. ред.) [та ін.]. – К. 2008 Вип.1-2(20-21). С. 112-119.

14. Устойчивый Крым. План действий: Научные труды КИПКС /Главный редактор В.С. Тарасенко.- Киев-Симферополь: САОНАТ, 1999. – 400с.

15. Яковлев С.О. Аналіз впливу сучасного стану водопровідно-каналізаційних і теплоенергетичних мереж місті селищ України на їх інженерно-геологічну та соціально-економічну безпеку// "Світ геотехніки", 2007, №1. – С. 4-12.

16. Яковлев С.О., Иванюта С.П. Просторово-часовий розвиток підтоплення земель у містах і селищах міського типу як головний фактор техногенезу їхнього геологічного середовища. Національна безпека: український вимір: шокв. наук. зб. /Рада нац. безпеки і оборони України. Ін-т пробл. Нац. безпеки: редкол.: Горбулін В.П. (голов. ред.) [та ін.]. – К. 2008 Вип.1-2(20-21). С. 112-119.

17. Лютий Г.Г. Забезпечення проведення в Україні переоцінки перспективних та прогнозних ресурсів підземних вод. // Матеріали науково-технічної конференції "Прикладна геологічна наука сьогодні: здобутки та проблеми". 5-6 липня 2007 р. м. Київ. - К.: Укр. ДГРІ, 2007. – С. 198-199.

18. Безпека регіонів України і стратегія її гарантування. Природно-техногенна (екологічна) безпека Т.1./За редакцією Б.М. Данилишина. – К.: Наукова думка, 2008.- 389 с.

19. Оценка защищенности и уязвимости подземных вод с учетом зон быстрой миграции / Шестопапов В.М., Богуславский А.С., Бублясь В.Н. Научно-инженерный центр радиогидроэкологических полигонных исследований. Институт геологических наук НАН Украины. - Киев. 2007.- 120с.

20. Екологія України : навчальний посібник /Від. ред. акад. НАН України В.М.

21. Шестопапов.- Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2011-.671с. ISBN 978-966-439-457-1

22. Эколого-гидрогеологический мониторинг территорий загрязнения геологической среды легкими нефтепродуктами /Н.С. Огняник, Н.К. Парамонова, А.Л. Брикс. – К.: LAT & К.- 2013.- 253с. ISBN978-966-2944-85-3.

23. Ситников А.Б. Динамика влаги и солей в почвогрунтах зоны аэрации. – Киев: Наукова думка, 1986. – 150с.

24. Гольдберг В.М., Скворцов Н.П., Проницаемость и фильтрация в глинах – М.: Недра, 1986. – 161с.

Крым в деталях. Сайт о развитии Крыма. Информационный ресурс: <http://www.krimspec.org/infrastructura/vod>

25. Кизяев Б.М. Проблемы водоснабжения на Крымском полуострове и поиск их решения / Б.М. Кизяев, С.Д. Исаева // Мелиорация и водное хозяйство.- 2014. - № 3. – С. 2-6.

ABSTRACTION AND ITS IMPACT ON GROUNDWATER SUITABLE FOR DRINKING WATER SUPPLY IN CRIMEA

Summary.: Discusses issues of knowledge, formation of groundwater suitable for drinking water supply in Crimea under the influence of natural and anthropogenic factors, provides examples of the impact of water intake from the main exploited aquifer on the qualitative composition and quantity of groundwater. Justified the measures necessary for the rational use of groundwater as the main source of domestic water supply.

Keywords: groundwater, formation, withdrawal, exploitation reserves.

УДК 551.49(477.9)

ТЕХНОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРИБРЕЖНО-МОРСКИХ ОЗЕР КАЛАМИТСКОГО ЗАЛИВА (ОЗ. САКСКОЕ, ОЗ. КИЗЫЛ-ЯР И ОЗ. БОГАЙЛЫ)

Чабан В.В.*, Васенко В.И.*, Чабан С.В.**

*ГУП НПП РК «Крымская ГГРЭС», г. Саки, ул. Курортная 4,

**МБОУ «Сакская СШ №3» г. Саки, ул. Ивановой 1,

e-mail: vic_84@list.ru

Аннотация. Приведены результаты исследования современного геоэкологического состояния прибрежно-морских озер Каламитского залива. Определена степень техногенного преобразования озера Сакского, Кизыл-Яр и Богайлы. Разработаны предложения по перспективным направлениям хозяйственного освоения озер, утративших гидроминеральные ресурсы в результате хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: озера; гидроминеральные ресурсы; техногенез; геоэкологическое состояние.

Введение

На побережье Каламитского залива расположены порядка 6 прибрежно-морских озер, имеющих однотипный генезис и образовавшихся в результате затопления морем современных устьев древних балок и последующего их отшнуровывания от морской акватории аллювиальными пересыпями и косами. Рассматриваемые в статье озера находятся на восточном берегу Каламитского залива, в административном отношении это территория Сакского района от г. Саки до пос. Фрунзе.

Еще в конце прошлого века многие прибрежно-морские озера использовались для добычи гидроминеральных ресурсов, к которым относятся лечебная грязь и покровная рапа. Но в результате хозяйственного освоения территорий степной части Крыма произошло изменение экологических, гидрогеологических и гидрологических условий, что, в свою очередь, оказало влияние на процесс формирования гидроминеральных ресурсов изучаемых водоёмов. В настоящее время актуально провести оценку современного состояния прибрежно-морских озёр и определить перспективные направления хозяйственного использования водоёмов, утративших свой бальнеологический потенциал.

Анализ публикаций

Несмотря на определенную близость по своим физико-химическим условиям и видовому составу к морским экосистемам, солёные озёра получали меньшее внимание со стороны научного сообщества. Современные исследователи предпочитают изучать отдельные процессы, протекающие в гипергалинных водоёмах, и практически не уделяют внимания общим проблемам функционирования бальнеогрязевых экосистем в условиях интенсивного техногенеза. Как показывает анализ литературных данных и фондовых материалов, комплексные исследования солёных озер на территории России в целом и Крымского полуострова в частности проводятся буквально на паре объектов и преимущественно

эксплуатирующими организациями. В настоящее время комплексные изучения антропогенной редукции некоторых озёрных экосистем проводятся научно-исследовательскими центрами на озёрах Шира, Большое Тамбуканское и Эльтон. Экологические проблемы солёных озер материковой части России освещены в работах А.Г. Дегерменджи, Е.С. Задерева и др. [1, 2].

Что касается Крымского полуострова, то геологические, геоморфологические, гидрогеологические и гидрологические факторы, оказывающие влияние на процесс формирования гидроминеральных ресурсов прибрежно-морских озёр, описаны в работах Н.С. Курнакова, В.Г. Кузнецова, А.Н. Дзенс-Литовского, А.М. Понизовского, Д.И. Склярюка, А.А. Сухороброго и других авторов [3 - 6]. Техногенное преобразование геологической среды в пределах района исследования описано в работах В. И. Родкина, В. А. Хохлова и О. А. Гулова [7, 8].

Цель исследования

Целью исследования является оценка современного геоэкологического состояния прибрежно-морских озёр.

Цель исследования определяет задачи:

- провести геоэкологическое обследование озёр;
- выполнить оценку современного состояния озёр;
- разработать перспективные направления хозяйственного использования озёр, утративших свой бальнеологический потенциал.

Объект исследования: прибрежно-морские озёра Каламитского залива.

Предмет исследования: техногенная трансформация прибрежно-морских озёр.

Основные методы исследования

Для выполнения поставленных задач исследования проведены полевые и камеральные работы. Полевые работы включали осмотр участка изысканий, прилегающую территорию, визуальную оценку рельефа, производства комплекса

геоморфологических, гидрогеологических, экологических и почвенных наблюдений; комплексный поиск источников загрязнения окружающей среды; отбор проб донных отложений и поверхностных вод.

Камеральные работы: предварительное ознакомление по картам с районом исследований, обработка и систематизация полевых записей и результатов анализов, оформление материалов и увязка с данными предполевого дешифрирования.

Изложение результатов исследований

Сакское солёное озеро расположено в западной части Крымского полуострова на территории курорта Саки. Площадь озера более 7,9 км², длина озера от верховьев Михайловского пруда до пересыпи достигает 8,2 км.

Сакское озеро – бессточный, приморский водоём, который образовался в результате затопления морскими водами устьевой части Чеботарской и Чокракской балок. Берега озера пологие, не превышают 7 м, сложены красно-бурыми глинами, водоразделы в значительной мере сглажены, в ряде мест видны обнажения горных пород. Донные отложения водоёма представлены, в основном, чёрными, темно-серыми илами, серыми глинами.

Со второй половины XX века начался процесс разделения озера на отдельные бассейны. В современном своём состоянии Сакское озеро представляет собой зарегулированный водоём, который разделен перемычками на несколько изолированных бассейнов: Михайловский пруд, Буферный, Восточный и Западный бассейны, водоёмы Чокрак и Ковш, бассейн Накопитель (Испаритель).

Говоря о месторождении лечебной грязи и рапы, мы имеем ввиду только Восточный и Западный бассейны, в которых сосредоточены 4046,3 тыс.м³ иловых сульфидных лечебных грязей и порядка 250 тыс.м³ озёрной рапы. Остальные пять условно пресноводных бассейнов были созданы в процессе длительной техногенной трансформации озера и кондиционных запасов гидроминеральных ресурсов не имеют.

Рапа лечебных водоёмов покрывает грязевую залежь. Ее уровень и минерализация не постоянны, колебание этих величин зависит от времени года и искусственно поддерживается в следующих пределах: уровень от 40 м до 60 м, минерализация от 150 г/л до 260 г/л (формула 1).

$$M_{161} = \frac{Cl_{88}}{Na_{77} Mg_{21}} pH 8,0 \quad (1)$$

По отношению к грязевой залежи рапа озера является необходимым условием для образования лечебных грязей и буферной зоны, снижающей интенсивность техногенного загрязнения.

Лечебная грязь представляет собой уникальное природное образование донных осадков,

сформировавшихся на протяжении нескольких тысяч лет в специфических гидрологических и гидрохимических условиях. По внешнему виду лечебная грязь пластичная, тонкодисперсная, маслянистая масса черного или темно-серого цвета с характерным сероводородным запахом. В составе этого минерально-органического образования можно выделить кристаллическую составляющую (так называемый кристаллический «скелет»). Он образован мелко и микрозернистыми частицами карбонатного, гидрокарбонатного и сульфатного состава. Основная масса илов представлена коллоидными минеральными и органическими частицами и как бы пропитана соевым «порovým» раствором, близким по компонентному составу к рапе, покрывающей грязевую залежь. Химический состав грязи представлен формулой 2 [9].

$$M_{176} = \frac{Cl_{89}}{Na_{70} Mg_{28}} pH 7,5 \quad (2)$$

Согласно исследованию Б. Перфильева, в грязи находится большое количество (до 9 миллиардов на 1 грамм) живых микроорганизмов. При малейшем внешнем воздействии вся эта сложная система отвечает тем или иным перемещением ионов из одной фазы в другую, изменением коллоидного состояния (степень дисперсности, степень набухания и т.п.), сдвигом биохимического процесса.

Особенности природных условий района способствуют расположению на прилегающей к озеру территории сельскохозяйственных угодий, объектов химической промышленности и жилых кварталов г. Саки с сопутствующей инфраструктурой. Это приводит к сосредоточению вокруг водоёма большого количества потенциальных источников техногенного загрязнения: дренаж с полей орошения и сброс сточных вод в защитные водоёмы, коммуникации, проложенные на берегу озера, объекты лёгкой и пищевой промышленности, объекты санаторно-курортного комплекса (как места скопления отдыхающих), накопительные бассейны бывшего химического завода.

В силу геоморфологического строения района исследований, примыкающие к лечебным бассейнам защитные водоёмы являются приемниками большого количества загрязнённых сточных вод с расположенных рядом сёл и полей орошения. При помощи системы гидротехнических сооружений загрязнённые воды отводятся в биологический пруд-поглотитель, но при экстремальных проявлениях климатических факторов (обильные осадки, паводки и т.д.), возникает угроза размыва защитных дамб и попадания загрязнителей в лечебные водоёмы. Кроме этого, большая разница между уровнями воды в лечебных и защитных водоёмах (иногда более 1 м) создает угрозу фильтрации загрязняющих веществ в акваторию.

Расположение на прилегающей к озеру территории кварталов г. Саки и объектов санаторно-курортного комплекса является причиной скопления на берегах лечебных водоёмов большого количества людей, особенно в летние месяцы. Большая антропогенная нагрузка приводит к образованию несанкционированных мусорных свалок на берегах водоёма, забору грунта и песка, нарушению процессов грязеобразования в местах массового купания отдыхающих и застройки берегов озера (в погожий летний день только северный берег Восточного бассейна посещают более 1000 человек, а ежегодно отмечается образование 15 новых свалок мусора и 20 мест забора песка и грунта) [10].

Влияние техногенных факторов на формирование рапы и лечебных грязей было значительным, и остается угрозой, что оно будет таким. Как было доказано В.И. Родкиным, важной особенностью грязевых месторождений является биогеохимическая несовместимость совместного функционирования источника техногенного рассеивания тяжёлых металлов и грязевого месторождения. Более того, техногенное воздействие металлов может привести к полной деградации ресурсов грязи и рапы месторождения [8]. А как было определено предыдущими исследованиями, на берегах озера существуют одновременно две геохимические аномалии.

Озеро Кызыл-Яр расположено в 10 км на юг от г. Саки. Водоём имеет овалоподобную форму, длинная ось вытянута с запада на восток. Длина его составляет около 5 км, ширина – 2 км., площадь – 5,1 км². Глубина колеблется в пределах 1,4 – 1,8 м. От моря озеро отделено морской пересыпью, высота которой 2,2 м.

Южный берег озера крутой, местами образуются обрывы высотой 7 – 12 м и небольшие балки. Северный берег очень пологий, покрыт зарослями камыша. Восточный берег сильно заболочен и сплошь покрыт зарослями камыша. На некоторых участках линия водораздела чётко не просматривается.

Вода в озере мутная, тёмного цвета. В озере водится пресноводная рыба (каarp, карась и т.д.). Минерализация воды - 2,7 – 6,0 г/дм³ (формула 3).

$$M_{2,7} = \frac{Cl_{60}(SO_4)_{32}}{Na_{60} Mg_{22}} pH8,1 \quad (3)$$

Донные отложения озера Кызыл-Яр представлены серыми илами, а также светло-серыми глинами. В настоящее время илы распреснены до 12 – 14 г/дм³ (формула 4).

$$M_{14} = \frac{Cl_{70}(SO_4)_{30}}{Na_{58} Mg_{28}} pH7,2 \quad (4)$$

Однако еще в 80-х годах прошлого столетия озеро существовало в режиме сезонного пересыхания, минерализация воды (рапы) составляла 226 - 250 г/дм³, а донных отложений – 175 - 193 г/дм³ (по некоторым данным до 300 г/дм³).

Согласно гидрологическому прогнозу А.А. Сухороброго, без искусственной стабилизации водно-солевого баланса Кызыл-Яр ждало неминуемое полное высыхание [6]. Но вследствие поступления пресных вод Межгорного водохранилища, построенного в верховьях Ивановской балки, и организации полей орошения в границах водосбора произошло искусственное изменение гидрологического режима озера. В результате техногенной трансформации более чем в два раза увеличилась площадь озера: на данный момент она составляет 10,5 км², а глубина – 1,4 - 1,8 м.

В биоте озера произошли изменения, выразившиеся в смене доминирующих видов гидробионтов и появлении новых. Популяция соленоводной артемии полностью угахла в конкуренции с фильтрами – моинами и гаммарусами, а последние, в свою очередь, уступили пресноводным рачкам – циклопам. С 1997 года для озера характерно существование ихтиофауны [11]. Процесс превращения гипергалинного водоема в пресный привёл к исчезновению группы эугалофитных растений в прибрежной полосе.

В современном состоянии Кызыл-Яр не представляет интереса для курортологии. Однако хорошо подходит для организации промышленного рыболовства.

Озеро Богайлы расположено западнее с. Фрунзе. Площадь 0,9 км², длина 1,3 км, ширина 0,7 км. От моря отделено песчанно-гравийной пересыпью длиной 1,2 км, шириной от 30 до 150 м. Высота пересыпи – 1,3 м.

Северный берег озера пологий, заболоченный, заросший камышом. Южный берег более крутой, его высота над озером колеблется от 1,5 до 3 м. На восточном берегу расположены две небольшие балки.

В конце XIX - начале XX в.в. минерализация воды была столь велика, что позволяла организовывать добычу соли. В настоящее время вода в озере мутная, темных оттенков (химический состав описан формулой 5). Основными источниками питания являются морские воды, попадающие в акваторию во время штормов, а также сточные и паводковые воды. В конце лета – начале осени озеро пересыхает и превращается в топкое, грязное болото.

$$M_{22} = \frac{Cl_{70}(SO_4)_{30}}{Na_{67}Mg_{22}} pH7,2 \quad (5)$$

Донные отложения представлены темно-серыми и серыми илами, возле пересыпи илы сильно запесочены. Мощность илов достигает 1,5 м. В верхней своей части илы сильно обводнены (формула химического состава 6).

$$M_{31} = \frac{Cl_{67}(SO_4)_{30}}{Na_{74} Mg_{18}} pH8,0 \quad (6)$$

Изначально изменение гидрологического и гидрохимического режимов оз. Богайлы связано с неудачной попыткой организации хлопководства в 20-е годы прошлого столетия, а затем со строительством животноводческих ферм и свиноводческих при отсутствии эффективной системы водоочистки [12].

В результате техногенных трансформаций, произошедших в прошлом столетии, оз. Богайлы превратилось из солёного в пресный водоем и полностью утратило свои гидроминеральные ресурсы. Учитывая наличие на берегах курортных учреждений, водоём представляет несомненный интерес как зона рекреации.

Выводы

Непродуманная хозяйственная деятельность на побережье Каламитского залива привела к необратимой трансформации прибрежно-морских озер, в результате которой озера Кизыл-Яр и Богайлы полностью утратили свои гидроминеральные ресурсы и больше не являются лечебными водоемами. Благодаря своим морфометрическим данным, прежде всего, большой площади и глубине, озеро Кизыл-Яр целесообразно использовать для организации промышленного рыбного хозяйства.

Из-за географического положения и уже имеющихся на берегах объектов курортного назначения озеро Богайлы представляет несомненный интерес и имеет все предпосылки для создания на его акватории и прилегающих территориях рекреационной зоны местного значения в западном Крыму.

На сегодняшний день из всех описанных в статье озер только в Сакском сохранились гидроминеральные ресурсы, однако техногенное преобразование озера привело к значительному сокращению запасов лечебной грязи и рапы: из семи водоемов только два являются месторождениями, а остальные пять служат для приема и аккумуляции дренажно-сточных вод с полей и жилых массивов.

Литература

1. Дегерменджи А.Г., Задереев Е.С. Ценность соленых озер // Наука в Сибири. - эл. версия научн. журн. 2002 N 48-49. Режим доступа: <http://www.nsc.ru/HBC/article.phtml?nid=229&id=11> (дата обращения: 15.12.2016).

2. Дегерменджи А.Г., Задереев Е.С. Зачем изучать соленые озера? // Зообентос водоемов

Забайкалья. Электронный ресурс. Режим доступа: http://benthos.narod.ru/vodoemi/doron_zachem.htm (дата обращения: 14.11.2016).

3. Склярук Д.И. Грязевые лиманы, озера, лагуны и заливы Черного и Азовского морей и условия их формирования. Геология побережья и дна Черного и Азовского морей в пределах УССР. – К.: Киевский ун-т, 1969. – 380 с.

4. Понизовский А.М. Соляные ресурсы Крыма. – Симферополь: Крым, 1965. – 164 с.

5. Дзенс-Литовский А.И. Соляные месторождения УССР. – М.: Наука, 1962 – 168 с.

6. Сухоробрий А.А. Гидрогеохимия соленых озер юга Украины // Институт геологических наук НАН Украины – К., 1992 - С. 50 – 53.

7. Гулов О.А., В.А. Хохлов В.А. Информация о современном состоянии гидроминеральных ресурсов лечебного назначения на территории АР Крым. // Сборник статей специалистов ДП «Сакская ГГРЭС» 1995 – 2007. – Саки, 2007 - С. 41 – 44

8. Родкин В.И. Формирование геохимической обстановки месторождений лечебных грязей Крыма в условиях техногенного воздействия.: Автореферат дисс. к.г.-м.н - М: Московский ордена трудового красного знамени геологоразведочный институт им. С. Орджоникидзе, 1988, - 20 с.

9. Научная летопись Сакского озера. / ред. О.А. Гулов, В.А. Хохлов - Симферополь, 2001. – 145 с.

10. Чабан В.В. Оценка степени изменения уровня техногенного загрязнения почв и грунтовых вод в районе Сакского месторождения лечебной грязи и рапы. // Матеріали 6-ої між-народної науково-практичної конференції «Інже-нерний захист територій і об'єктів у зв'язку з роз-витком небезпечних геологічних процесів». - Київ: НПП «Екологія Наука Техніка», 2009 – С. 44 – 48

11. Гулов О.А., Хохлов В.А. Современная трансформация грязевого месторождения озера Кизыл-Яр в результате изменения естественного водосбора. // Современные проблемы экологического состояния геологической среды Украины. Тезисы докладов. – К., 1995 - С. 16 – 17

12. Васенко В.И., Гулов О.А, Чабан В.В. Современное состояние и перспективы хозяйственного использования соляных озер Крыма. // Черноморская международная научно-практическая конференция МГУ: проблемы и безопасность в современном мире. Сборник материалов. – Севастополь, 2016 С. 47 - 46

INDASTRIAL TRANSFORMATION LITORAL LAKES BAY KALAMIT (SAKI LAKE, LAKE KYZYL-YAR AND BOGAYLY)

Summary: The results of the study of modern geo-ecological state of coastal marine lakes Kalamitsky Bay. The degree of anthropogenic transformation of Lake Saki, Kyzyl-Yar and Bogayly. Proposals on promising directions of economic development of lakes, hydro resources lost as a result of economic activity.

Keywords: Lake; hydro resources; technogenesis; geoeological condition.,

УДК 910.3

ГИДРОГРАФИЧЕСКИЕ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАЛКИ КЕЛЬ-ШЕЙХ

Тимченко З. В.

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»,

Академия строительства и архитектуры (структурное подразделение)

г. Симферополь, ул. Киевская, 181.

(Статья по проекту Программы развития КФУ ФГАОУ ВО

«КФУ им. В.И. Вернадского» - «ГИС-Ландшафт»)

E-mail: tim4enko .zin@yandex . ru

Аннотация: Приводятся рассчитанные гидрографические и гидрологические характеристики неизученной балки Кель-Шейх, протекающей по территории Черноморского района Республики Крым. Эти характеристики необходимы в связи с планируемым строительством ТОК в устье балки.

Ключевые слова: балка, Кель-Шейх, Тарханкутский полуостров, гидрологические характеристики

Введение

Балка Кель-Шейх находится на Тарханкутском полуострове и относится к группе водотоков равнинного Крыма, бассейн Чёрного моря. Балка – временный водоток, имеющий долину с полого-выгнутым дном и выпуклыми задернованными склонами, часто поросшими кустарниками.

Анализ публикаций, материалов, методов

Краткая характеристика рек и балок равнинного Крыма имеется в работах [1, 2, 3, 4, 5]. Климатические данные имеются в работе [2]. Следует отметить, что гидрологический режим рек и балок равнинного Крыма практически не изучен. Методом исследований является анализ литературных данных и их систематизация, а также определение гидрографических характеристик по топографическим картам и последующий расчёт гидрологических характеристик, используя рекомендации, изложенные в [6].

Цель и постановка задачи

В связи с планируемым строительством ТОК в устье балки Кель-Шах необходимо определить её гидрологические характеристики. Задачами являются исследование водосборного бассейна балки, определение гидрографических характеристик, расчёт гидрологических характеристик при отсутствии данных наблюдений.

Основной раздел

Физико-географическая характеристика района исследования

Территория Тарханкутского полуострова характеризуется умеренным тёплым степным климатом с жарким засушливым летом и мягкой влажной зимой. Влияние материка проявляется в повышении континентальности климата, что обуславливает неустойчивость погоды. Климат

территории определяется радиационным режимом, циркуляцией атмосферы, влиянием Чёрного моря и характером рельефа. Суммы активных температур воздуха выше 10 град. составляют 3400 – 3280 град., а выше 15 град. – 2700 – 2620 град. На климат водосбора смягчающее влияние оказывает Чёрное море. В холодный период года наблюдается активизация атмосферной циркуляции. Холодные массы воздуха, вторгающиеся из Арктического бассейна и распространяющиеся далеко на юг, нередко охватывает равнинный Крым, обуславливая значительное снижение температуры. Вместе с тем равнинные районы доступны и воздействию тёплых воздушных масс с Чёрного моря. Этим объясняются и относительно низкие температуры зимой, и длительные периоды с температурой выше 0 град. В самом холодном месяце года (январе) средняя температура на севере Крыма составляет «минус» 3 град. С февраля начинается повышение температуры. В июле средняя температура составляет 22 – 23 град. Понижение температуры наблюдается от октября к ноябрю. Континентальность климата равнинной части прослеживается в величинах суточных амплитуд температур в летнее время достигает 12 – 14 град, зимой, когда преобладает пасмурная погода, она уменьшается до 4 – 7 град. Абсолютные максимумы достигают 41 град., абсолютные минимумы – «минус» 34 град. Устойчивый переход средних суточных температур через 0 град. в сторону понижения наблюдается в конце ноября (по данным метеостанции в пгт Черноморское, средняя дата 5 января), а в сторону повышения в конце февраля (средняя дата 24 февраля). Годовые осадки равнинного Крыма составляют 300 – 350 мм. Годовой ход осадков имеет два максимума – зимний и летний. В равнинно-степной части Крыма преобладает

максимум осадков летом. Число дней с осадками более 0,1 мм составляет 100 – 125. Коэффициент вариации осадков 0,2. Снежный покров в бассейне наблюдается ежегодно, но отличается неустойчивостью. Появляется он не позже второй декады декабря. Таяние снега начинается в конце первой – начале второй декады марта. Устойчивый снежный покров бывает редко. Влажность воздуха составляет 69% (метеостанция – пгт Черноморское). Ветровой режим формируется на фоне полосы высокого давления: летом – это восточная периферия отрога Азорского антициклона, в котором преобладают ветры западной четверти; зимой – это западная или юго-восточная часть отрога Азиатского антициклона с преобладанием восточных ветров. Полоса высокого давления нередко нарушается выходами циклонов с юга и затоками холода с севера. В переходные сезоны происходит постепенная смена одних процессов другими. Равнинный Крым характеризуется восточными ветрами, исключая летние месяцы, когда преобладают западные и юго-западные ветры. В равнинном Крыму нередки суховеи, сопровождающиеся пыльными бурями. Испарение с водной поверхности происходит только в тёплую часть года и отдельные зимние месяцы. Величина испарения определяется температурой и влажностью воздуха, скоростью ветра. Величины испарения с водной поверхности по метеостанции - пгт Черноморское составляет за год 781 мм. Коэффициент вариации испарения с водной поверхности - 0,10 [2].

Территория Тарханкутского полуострова характеризуется наличием невысоких пологих увалов, тянущихся с юго-запада на северо-восток параллельно друг другу. Наивысшая точка 179 м находится в центре полуострова. Отсюда в разные стороны расходятся балки, одной из которых является б. Кель-Шейх. Она берёт начало в двух километрах северо-восточнее с. Красносельское (бывш. Кунан). Верхнее течение образуют сухие балки, веерообразно окружающие с юга село Красносельское. Истоком балки являются родники, выклинивающиеся на северо-западных склонах Мелового (Тарханкутского) увала на высотах 100 – 80 м. Севернее села балка прорезает юго-западную оконечность Джарылгачского увала и протекает в известняковых обрывах. Её течение направлено с юга на север. Впадает балка в озеро Ак-Мечетское, образованное в устьевой части и отчленённое от бухты Узкой Чёрного моря пересыпью в пределах пгт Черноморское.

Водораздельная линия на юге и юго-востоке проходит по Меловому (Тарханкутскому) увалу, на востоке по Джарылгачскому увалу. На востоке балка граничит с балкой Агар-Су, а на западе с Калиновской балкой. Местность, прилегающая к долине реки, характеризуется в верхнем течении холмистым рельефом. Территория водосборов покрыта четвертичными глинистыми отложениями,

легко смываемыми при редких проявлениях поверхностного стока.

Долина б. Кель-Шейх в верхнем течении – ящикообразная, в нижнем – неясно выраженная. Склоны долины сливаются с окружающей местностью, изрезаны балками и оврагами. Пойма сложена аллювиальными отложениями, выносимыми по балкам в долину. В пойме, примерно со среднего течения, расположены дачи, стоки которых являются источником загрязнения. В нижнем течении - пгт Черноморское. Русло в верхнем течении - естественное, сильно извилистое, большую часть года сухое; в нижнем течении - искусственное. Его пересекают дороги. Одна из них проходит по пересыпи, другая (объездная), за пгт Черноморское. По водоразделу с б. Калиновской проходит дорога через с. Красносельское в пгт Черноморское.

Территория равнинного Крыма расположена в пределах Скифской платформы, образованной сильно смятыми в складки палеозойскими горными породами. Их перекрывают осадочные отложения: сарматские и мезотетические карстующиеся известняки с горизонтами мергелей и глин. В котловинах и на склонах возвышенностей сохранились краснобурые глины. На них местами залегают лёссовидные суглинки, маломощные и щебнистые. Здесь хорошо выражены зоны антиклинальных возвышений, образующих увалоподобные гряды, и разделяющих их глубоких синклинальных котловин с сухоречьями и балками на дне. В современную эпоху антиклинали поднимаются, а синклинали погружаются. Проявляется также ветровая эрозия, особенно в связи с распашкой маломощных щебнистых почв [2].

Согласно гидрогеологическому районированию бассейн б. Кель-Шейх занимает площади распространения вод в отложениях третичного и мезозойского возраста. Первый водоносный слой залегают в закарстованных известняках верхнего и среднего сармата на глубине от 10 до 100 м [2].

В бассейне распространены средне- и маломощные разновидности карбонатных и некарбонатных южных чернозёмов. Подчинённую роль играют малоразвитые почвы чернозёмного типа с петрофитными степями, которые используются как пастбища [2].

В верхней и нижней частях водосбора простираются каменистые типчаковые (настоящие) степи. Здесь господствует степной тип растительности, главным образом дерновинные злаки (ковыль перистый или ковыляк, ковыль-волосатик или тырса, типчак или степная овсяница, тонконог или степная келерия, житняки; корневищные злаки (зерна береговая) и осоки ранняя и узколистная. Подчинённую роль играют виды так называемого разнотравья. Это виды шалфея, клевера, горицвета весеннего и др. В короткий влажный весенний период вегетируют

многолетние травы эфемероидов (виды тюльпанов, гусиного лука, мятлик живородящий, степной ирис или касатик) и однолетних эфемеров (виды костров, ячменей, бурчака и др.). На более сухих местах обитания нередки полукустарники, главным образом полынь крымская, прутняк, виды чабреца и кустарник – степной миндаль или бобовник. Средняя часть водосбора с типичными типчаково-ковыльными и разнотравно-типчаково-ковыльными степями занята сельскохозяйственными землями [2].

Западнее с. Красносельское на высотах 100 – 130 м сохранился участок целинной дерновинно-злаковой бедно-разнотравной степи площадью 100 га, объявленный в 1968 г. ботаническим памятником природы местного значения, а в 1980 г. – ботаническим заказником местного значения. Называется Туакский заказник по имени Тувак-азиза, могила которого находилась в деревне Тувак (после переименования – с. Ровное Черноморского района, ныне не существует). Его поверхность почти лишена почвенного покрова, во многих местах обнажаются плиты неогенных известняков. В условиях очень засушливого, умеренно тёплого с мягкой зимой климата, при участии ксерофитной степной растительности известняки выветриваются, сформировались маломощные слабогумусированные каштановые почвы с красноватым оттенком. Благодаря отсутствию пригодных для земледелия почв этот участок ковыльно-типчаковой степи сохранился почти в первозданном виде. Изменение произошло из-за интенсивного перевыпаса, но до сих пор в травостое доминирует ковыль Браунера, произрастают типчак, житняк, чабрец, дубровник, молочай, полынь, шалфей. Встречаются эндемики – подмаренник ксерофитный, наголоватка грязная [7].

В водосборном бассейне наблюдается ландшафтная яркость в размещении следующих местностей: морских песчаных пересыпей и кос с малоразвитыми почвами чернозёмного типа; долинно-сухоречных с лугово-чернозёмными карбонатными слабогумусированными почвами; синклиналино-котловинных кустарниково-степных со слабогумусированными чернозёмами; наклонно-равнинных, лоцинно-балочных степных, ксерофитно- и кустарниково-степных со слабогумусированными чернозёмами, малоразвитыми почвами чернозёмного типа и обнажениями известняков; останцово-водораздельных ксерофитно-степных с малоразвитыми почвами чернозёмного типа и обнажениями известняков [8].

Имеются карьеры по добыче строительных известняков. Добывают лёгкие известняки-ракушечники [2].

Гидрологическая изученность

Б. Кель-Шейх является неизученной, поэтому при расчётах гидрологических характеристик можно основываться только на том, что реки и балки этой территории отнесены к

равнинным, для которых выявлены общие закономерности и характеристики [3]. Как правило, водотоки равнинного Крыма представляют собой неглубокие и короткие балки и овраги со стоком в период таяния снега или выпадения интенсивных ливней. В остальное время года они обычно сухие.

Балка по классификации Б.Д. Зайкова (по внутригодовому распределению годового стока) относится к рекам с паводочным режимом крымского типа [9]. Основным фактором, влияющим на формирование и водность рек являются осадки. Неравномерность нагревания склонов лоцин и балок способствует образованию восходящих токов воздуха и выпадения осадков. Расчленённость поверхности оказывает влияние на их сток. Питание реки смешанное: снеговое, дождевое и подземное. Основной сток воды проходит по балке весной, что вызвано или таянием снежного покрова или с выпадением ливневых осадков. В многоводные годы весной проходит 92% годового стока; в средний по водности год – летом 88% и зимой 10%; в маловодный год – 100% весной. Наблюдается уменьшение стока к устью в связи с наличием близко расположенных к поверхности земли рыхлых ноздреватых и трещиноватых известняков. В летне-осенний период наблюдается устойчивая межень. В отдельные годы и месяцы наблюдается пересыхание русла. Ледовые явления не наблюдаются.

Гидрографические характеристики

Б. Кель-Шейх впадает в оз. Ак-Мечетское, расположенное на берегу бухты Узкой и отделенное от неё песчаной пересыпью высотой в 1,5 м и шириной в 27 м. Озеро возвышается над уровнем моря на 40 см. Озеро вытянуто с севера на юг. Расположено на месте затопленных устьев балок Поповой и Кель-Шейх. Вода в нём пресная. Глубина озера небольшая, максимальная 0,7 м. Летом озеро частично пересыхает.



Расчитанные гидрографические характеристики б. Кель-Шейх и её водосборного бассейна представлены в табл. 1.

Таблица 1.
Основные гидрографические характеристики б.
Кель-Шейх и её бассейна

Характеристики	Размерность	Кель-Шейх
Длина от удалённой точки	км	19,0
Отметка удалённой точки	м	138,7
Отметка устья	м	0
Падение реки	м	138,7
Средний уклон реки от удалённой точки	м/км	7,3
Площадь водосбора	км ²	79,7
Средняя высота водосбора	м	-
Средний уклон водосбора	м/км	19
Лесистость	%	0
Озёрность	%	0,19
Урбанизированность	%	< 1
Коэффициент густоты речной сети	км/км ²	0,1

Гидрологические характеристики

Характеристикой водности реки является норма годового стока - среднемноголетнее значение расхода воды. Норма может быть выражена также в виде объёма, модуля и слоя годового стока. Расчётные величины годового стока балки Кель-Шейх представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Характеристики годового стока

Модуль л/с км ²	Расход м ³ /с	Объём млн. м ³	Слой мм	Кэф. стока
1,0	0,08	2,51	32	0,1

Изменчивость годового стока характеризуется коэффициентом вариации; несимметричность гидрологического ряда - коэффициентом асимметрии, который для годового стока рек Крыма: $C_s = 2 C_v$.

Расчётные расходы воды в годы различной водности представлены в табл. 3.

Таблица 3.

Расходы и объёмы воды в годы различной водности

Характеристика	Водность года, %				
	1%	5%	50%	75%	95%
k	4,6	3	0,693	0,288	0,051

Расходы, м ³ /с	0,367	0,239	0,055	0,023	0,004
Объёмы, млн. м ³	11,5	7,53	1,74	0,723	0,128

В табл.: k – модульный коэффициент перехода от нормы годового стока к расходам различной водности.

Внутригодовое распределение стока

Для расчётов расходов воды по месяцам взята типовая схема внутригодового распределения стока для равнинных рек Крыма [2], в табл. 4.

Таблица 4.

Типовая схема внутригодового распределения стока, %

P, %	Месяцы					
	I	II	III	IV	V	VI
1	2,3	7,0	81,0	4,0	2,5	1,5
5	14,2	25,6	25,1	5,1	9,7	6,0
50	15,2	27,5	27,0	5,5	10,4	3,2
75	16,1	29,2	28,6	5,8	11,0	0,8
95	16,4	29,7	29,1	5,9	11,2	0
P, %	Месяцы					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	0,5	0,5	0,5	0	0	0,7
5	1,7	0,7	0	0,1	5,2	6,6
50	0,9	0,4	0	0	2,8	7,1
75	0,2	0,1	0	0	0,6	7,6
95	0	0	0	0	0	7,7

При P = 1% - очень многоводный год; P = 5% - многоводный год; P = 50% - средний по водности год; P = 75% - маловодный год; P = 95% - очень маловодный год.

Расчётные с использованием табл. 3 и табл. 4 гидрографы годового стока для лет разной водности представлены на рис.

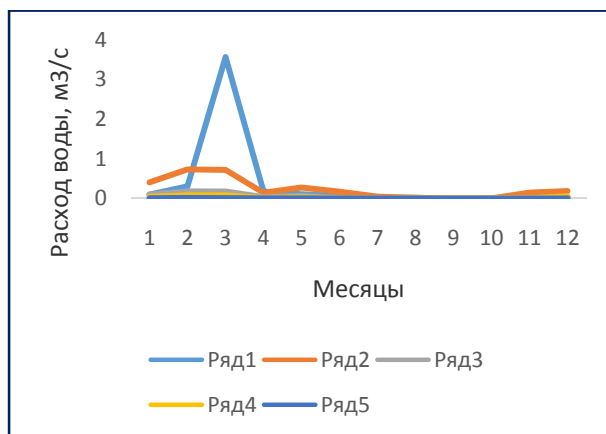


Рис. 1. Гидрографы годового стока для лет разной водности: ряд 1 - 1%; ряд 2 - 5%; ряд 3 - 50%; ряд 4 - 75%; ряд 5 - 95%.

Максимальные расходы воды и объёмы максимального стока

Характерным особенностью рек Крыма является их паводочный режим. После выпадения большого количества осадков реки превращаются в бурные потоки с расходами во много раз превышающими среднегодовые значения. Формирование выдающихся паводков происходит за счёт выпадения жидких осадков, непродолжительных, но интенсивных. Продолжительность стояния высоких уровней незначительна из-за кратковременности ливневых паводков. Для расчёта максимальных расходов воды используется формула предельной интенсивности [3]:

$$Q_{p\%} = A_{1\%} \varphi N_{1\%} \lambda_{p\%} F;$$

где $A_{1\%}$ - максимальный модуль стока 1% обеспеченности, выраженный в долях от ($\varphi N_{1\%}$), $m^3/c \cdot km^2/mm$; φ – сборный коэффициент стока; $N_{1\%}$ - суточный слой осадков 1%-й обеспеченности, мм; $\lambda_{p\%}$ - переходной коэффициент; F – площадь водосбора, km^2 .

Максимальные расходы воды и объёмы паводков различной обеспеченности приведены в табл. 5.

Таблица 5.

Максимальные расходы воды и объёмы паводков различной обеспеченности

Максимальные расходы, m^3/c				
1%	2%	5%	10%	25%
37,9	28,5	19,0	12,9	3,8
Объёмы паводков млн. m^3				
1%	2%	5%	10%	25%
2,23	1,67	1,12	0,76	0,22

Минимальные расходы воды

В средний по водности год наблюдается в летний период пересыхание русла в течение 40 – 60 дней, в маловодные годы русло сухое почти весь год.

Твёрдый сток.

Основным источником твёрдого стока является эрозия почв, интенсивность которой зависит от крутизны, длины и формы склонов, глубины местных базисов эрозии и густоты овражно-балочной сети. На формирование твёрдого стока оказывают влияние и русловые процессы. Изменение гидравлических характеристик создаёт благоприятные условия для аккумуляции или размыва. На расширенных участках происходит уменьшение скоростей течения, что способствует отложению наносов. Скопления аллювия в условиях паводкового режима представляет собой потенциальные запасы наносов. Периодические водотоки равнинной части Крыма более насыщены мелкозёмом за счёт смыва и размыва рыхлых покровных отложений, представляющих собой суглинки и глины, но не исключены и крупные фракции – гальки древних аллювиальных

отложений и мелких обломков горных пород. Балки Тарханкута кроме взвешенных наносов, несут гравелистые и мелкообломочные наносы.

Территория водосборов покрыта четвертичными глинистыми отложениями, легко смываемыми при редких проявлениях поверхностного стока. В наносах преобладают мелкозёмы. Внутригодовое распределение стока наносов неравномерно. Наибольшее количество в феврале, марте или апреле (15-25%). Наименьшее количество твёрдого стока наблюдается в сентябре – октябре, когда отсутствует жидкий сток. Наносы приводят к заиливанию водотоков. Строительство плотин вызывает резкое уменьшение скорости течения в зоне подпора и, как следствие, аккумуляции наносов прудов. Наблюдения за мутностью на водотоках и балках Тарханкутского полуострова не проводились.

Густота овражно-балочной сети Тарханкутского полуострова составляет 0 – 1 км/км², а глубина базиса эрозии не превышает 25 м. Процессы водной эрозии здесь проявляются слабо. Средний модуль смыва с водосбора 105 т/год км²; вес наносов за год составит 8368 т/год; удельный вес 1,3 т/м³; объём наносов 6436 м³.

Выводы

1. В связи с планируемым строительством ТОК в устье б. Кель-Шейх систематизированы физико-географические характеристики балки: климатические условия, рельеф, геологическое строение бассейна, почвы, гидрогеологические условия, растительный покров, природоохранные территории, ландшафты.

2. При отсутствии данных наблюдений определены для балки Кель-Шах гидрологические характеристики: норма годового стока, изменчивость годового стока, внутригодовое распределение годового стока, максимальные расходы воды и объёмы максимального стока, минимальные расходы воды, твёрдый сток.

Список литературы

1. Поверхностные водные объекты Крыма. Управление и использование водных ресурсов: справочник / Сост. Лисовский А.А., Новик В.А., Тимченко З.В., Губская У.А. – Симферополь: КРП «Изд-во «Крымучпедгиз», 2011. – 242 с.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Т.6. Украина и Молдавия. – Вып. 4. – Крым / Под ред. М.М. Айзенберга и М.С. Каганера. – Ленинград: ГМИ, 1966. – 344.
3. Тимченко З.В. Гидрография и гидрология рек Крыма. - Симферополь: ИТ»АРИАЛ», 2012. – 290 с.
4. Олиферов А.Н., Тимченко З.В. Реки и озёра Крыма. – Симферополь: ДОЛЯ, 2005. – 214 с.
5. Тимченко З.В. Водотоки Тарханкутского полуострова / Зб. наук. праць у 4-х тт. «Географія в інформаційному суспільстві». – К.: ВГЛ Обрії. 2008. – Т. III. – С. 330 – 332.

6. Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик. – Л.: ГМИ, 1984. – 448 с.

7. Ена В., Ена А., Ена Ан. Заповедные ландшафты Тавриды. – Симферополь, 2004. – 424 с.

8. Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий: Монография. / Под. Ред. Е.А. Позаченюк. - Симфер-поль: Бизнес-Информ, 2009. – 672 с.

9. Аполлов Б.А. Учение о реках. – М.: Из-во Московского университета, 1963.- 424 с.

HYDROGRAPHIC AND HYDROLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE BEAMS KEL-SHEIKH

Summary. The authors calculated the hydrographic and hydrological characteristics of the unexplored beams Kel–Sheikh, flowing through the territory of the black sea region of the Republic of Crimea. These features are necessary in connection with the planned construction of a tourist complex at the mouth of the beam.

Key words: beam, Kel-Sheikh, Tarhankutskiy Peninsula, hydrological characteristics

УДК 69.05.9.7

ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ ВОДОНАПОРНОЙ БАШНИ «БЕЛЫЙ БАССЕЙН» В Г. ФЕОДОСИЯ

Василий Шаленный, Никита Кощев.

Крымский Федеральный Университет им. В.И. Вернадского

Академия Строительства и Архитектуры, Крым

295943 г. Симферополь, ул. Киевская, 181

Кафедра ТОУС, eor-napks@yandex.ua

Аннотация. Приведено обоснование актуальности реконструкции объектов коммунального хозяйства, исследование состояния и характеристик объекта, выявлен комплекс необходимых мероприятий по восстановлению функций объекта, выбор и обоснование организационных решений производства восстановительных работ по реконструкции водонапорной башни, направленных на уменьшение себестоимости производства работ, затрат труда и времени на реконструкцию выбранного объекта, детальная разработка выбранной технологии и организации производства работ и целесообразности ее применения на стройплощадке.

Ключевые слова: технология и организация, памятник промышленной архитектуры, реконструкция, организационно-технологические схемы, восстановительные работы, эффективность, водонапорная башня.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

До 2014 года обеспечение водой Республики Крым на 86,7% осуществлялось за счет днепровской воды, поступающей по Северо-Крымскому каналу. В силу климатических особенностей, водоснабжение на полуострове также обеспечивалось за счет подземных источников – на 5,8%, местного стока – на 7,2%, а также морской воды путем опреснения – на 0,3%. Однако, в 2014 году в результате прекращения поступления воды по Северо-Крымскому каналу, на полуострове возник существенный дефицит водных ресурсов (Рис.1).

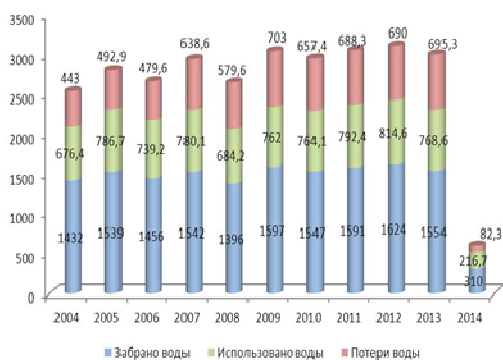


Рис.1. Динамика водопотребления в Республике Крым за период 2004-2014 годы, млн. куб. м (данные Министерства экономического развития Республики Крым [1])

В этих условиях возрастает актуальность таких сооружений как водонапорные башни, существенным преимуществом которых является создание резервного запаса воды в емкостях. В случае обстоятельств непреодолимой силы, таких как незапланированное прекращение подачи

электроэнергии, существующего объема воды в резервуарах башни должно хватить, как минимум, на период подключения насосно-силового оборудования к альтернативным источникам питания.

Цель научно-исследовательской квалификационной работы – сократить дефицит и повысить надежность водоснабжения, с минимизацией затрат на производство работ по восстановлению несущих, ограждающих конструкций и отделочных покрытий, а также инженерного оборудования водонапорной башни «Белый бассейн» в г. Феодосия.

Задачи работы:

1. Анализ состояния вопроса и объекта исследования с оценкой возможности его дальнейшего использования по прямому назначению и как памятника промышленной архитектуры конца XIX века; рассмотреть и сравнить возможные к применению и эффективные по стоимости, трудоемкости и продолжительности производства организационно-технологические решения, реализующую намеченную цель работы;

2. Выбор эффективного решения по организации производства строительных и инженерных работ по восстановлению памятника промышленной архитектуры конца XIX века - водонапорной башни «Белый бассейн» в г. Феодосия с дальнейшей деталью разработкой выбранного.

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

С развитием технического прогресса, водонапорные башни, служившие для регулирования напора воды и создания её запаса, постепенно утратили свои первоначальные функции.

Учитывая архитектурные особенности этих сооружений и сочетание их с городскими пейзажами, башни прошлого века до сих пор продолжают вызывать огромный интерес общественности. Сегодня путем реконструкции водонапорным башням придают различные функции и назначение, обычно не изменяя их первоначального облика. Таким образом, пытаясь сохранить историческое и культурное наследие, придают данным объектам другое целевое назначение.

Так, к примеру, в Санкт-Петербурге, по ул. Шпалерная, 56, в ходе проведения реконструкции, водонапорная башня была переоборудована под «Музей воды» [2, с.8-9], а в Томске водонапорной башне продлили жизнь, реконструировав ее под жилой дом [3], или в г. Владимир в 1975 году, здание водонапорной башни было реконструировано и приспособлено под музей-экспозицию «Старый Владимир» [4].

К таким объектам относится и водонапорная башня "Белый бассейн", 1898 года постройки и являющаяся памятником промышленной архитектуры конца XIX века. Сооружение расположено в г. Феодосия по ул. Русская 77-а, на перекрестке Симферопольского шоссе и улицы Боевая, известная среди местных жителей, как «Белый бассейн» (Рис. 2).



Рис.2. Общий вид объекта модернизации

Водонапорная башня сегодня функционирует и используется для производственно-хозяйственных нужд Крымской железной дороги, а также снабжения части города водой на прилегающей к ней территории. В 1979 г. решением Крымского облисполкома от 22.05.1979г., № 284 поставлено на учет как памятник архитектуры и строительства.

В 2012 г. объект внесен в государственный реестр недвижимых памятников Украины, охр. № 4827-АР. Принимая к вниманию изложенные факты, целесообразно продлить жизненный цикл рассматриваемого объекта, не меняя его первоначального назначения и внешнего облика.

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Результаты обследования конструктивного решения и технического состояния. Водонапорная башня шатрового типа,

наполняется от самотечного водовода. Внешняя поверхность опорной части (ствола) выполнена в виде восьмиугольной призмы. Внутренняя - цилиндрическая, с переменным сечением по высоте несущей стены. Башня разделена на три этажа устройством перекрытий, с площадок которых производится обслуживание запорной арматуры трубопровода и осмотр опорных конструкций резервуаров. Резервуары металлические с цилиндрической стенкой и несущим днищем. Междуэтажная лестница расположена внутри сооружения и опирается на консоли, заделанные в кладку стены. Конструкции лестницы металлические, проступи – деревянные. По первому этажу выполнена наружная облицовка общей толщиной 300 мм. Второй и третий этаж оштукатурены с последующей окраской. По внутренней поверхности стен надземной части осуществлена многослойная окраска известковыми составами. Несущими конструкциями для нижнего резервуара $V = 90 \text{ м}^3$ является плоская горизонтальная рама из составных двутавров с заклепочными соединениями. Расстояние между главными балками – 4520 мм, между второстепенными - 4460 мм. Главная балка: высота – 840 мм; - толщина стенки – 14 мм; - уголок для поясов – $85 \times 85 \times 12$ мм. Сверху на раме расположено металлическое опорное кольцо (швеллер $H = 500$ мм), на которое и установлен нижний металлический резервуар.

Основываясь на заключении о техническом состоянии несущих конструкций водонапорной башни, проведенных в 2013 году институтом «КрымНИИпроект», а также на визуальном осмотре сооружения, был установлен комплекс необходимых мероприятий по усилению и замене отдельных конструкций водонапорной башни с учетом архитектурных особенностей сооружения и заключающийся в следующем:

1) Восстановить техническое состояние железобетонных площадок в следующей последовательности:

- очистить поверхностные участки перекрытия от отслаивающихся частей бетона;
- оголившуюся арматуру и метал несущих балок очистить от коррозии с последующим нанесением защитного состава;
- восстановить защитный слой бетона специальным раствором;

2) Заменить ветхие и поврежденные деревянные элементы кровельной стропильной системы.

3) Провести очистку металла балок, поддерживающих нижний резервуар, от продуктов коррозии с последующей антикоррозионной защитой. Предварительно выполнить усиление поврежденных конструкций, обеспечив при этом несущую способность, соответствующую первоначальному уровню.

4) Исходя из состояния нижнего металлического резервуара, следует предусмотреть замену существующей емкости $V = 90$ м³ на полипропиленовую аналогичного объема, усиленную металлическими бандажами. Для усиления поддерживающей конструкции бака предполагается в качестве основания выполнить железобетонную монолитную плиту, с опиранием на существующую раму из составных двутавров. Плиту выполнить из тяжелого бетона класса В25 W4 плотностью не менее 2400 кг/м³. Армирование выполнить отдельными стержнями и сетками из стали, горячекатаной арматуры А400С (основная арматура) или из стали ГОСТ 5781-82, АШ (основная арматура) и АІ (поперечная рабочая и конструктивная). Арматуру соединять вязальной проволокой.

5) Учитывая плачевное состояние фасада сооружения, а также тот факт, что объект является памятником промышленной архитектуры конца XIX века, необходимо произвести работы по поддержанию архитектурно-художественного убранства фасада.

Принимая во внимание стесненные условия производства работ внутри объекта, существенной проблемой является замена металлической емкости объемом 90 м³ на полипропиленовую емкость аналогичного объема. Поэтому, для выбора эффективного метода организации производства работ, были рассмотрены следующие возможные варианты организационно-технологических схем:

При помощи башенного крана КБ-674А (Рис.3) демонтировать элементы кровли, затем демонтировать емкость объемом 220 м³, расположенную на отметке 18,950 м относительно пола первого этажа, разобрать технологическое перекрытие на отметке 17.080 м, после чего произвести демонтаж емкости 90 м³ на отметке 11,120 м, далее на отметке 11.110 м, в качестве основания под полипропиленовый бак, выполнить железобетонную монолитную плиту с опиранием на существующую раму из составных двутавров. После набора бетоном прочности, с помощью того же башенного крана установить на перекрытии полипропиленовый бак, дополнительно усилив его металлическими бандажами. Далее, в обратной последовательности, произвести монтаж и установку ранее демонтированных конструкций. Произвести зачистку и гидроизоляцию емкости объемом 220 м³. В завершение реконструкции, с инвентарных лесов, произвести окраску фасада.

Используя автовышку ВС – 22.02Э демонтируем оконную раму на отметке 12.860 м, в оконной раме устраиваем монтажный проем, после чего, в него, при помощи автокрана КС - 4572 (Рис.4), устанавливаем кран типа «в окно» КОР-200, на отметке 11,120 м, разрезаем емкость объем 90 м³ на листы весом, допустимым к перемещению вручную. Транспортировку листов производим при помощи крана типа «в окно» КОР-200. После

демонтажа емкости, устраиваем перекрытие – опору под полипропиленовую емкость, после набора прочности бетона, краном КОР-200, небольшими сегментами заводского изготовления, транспортируем и собираем полипропиленовую емкость, которая затем сваривается, устанавливается и испытывается, а также усиливается стальными бандажами непосредственно внутри сооружения. Изоляцию емкости объемом 220 м³ производим используя навесные раздвижные лестницы. По завершению производим демонтаж приспособлений, устанавливаем оконную раму, производим окраску фасада.

С целью выбора эффективного решения по технологии и организации производства работ, учитывая экономические показатели себестоимости производства работ, трудозатраты рабочей силы, а также сроки выполнения работ по реконструкции водонапорной башни «Белый бассейн», были составлены калькуляции трудозатрат и заработной платы, для каждого из представленных вариантов. Результаты следующие показатели: технологическая схема № 1: - нормативные затраты труда рабочих – 2 625 чел.-час.; - заработная плата рабочих – 484 067 руб.; технологическая схема № 2 - нормативные затраты труда рабочих – 977 чел.-час.; - заработная плата рабочих – 153 753 руб.

Таким образом, для дальнейшей детальной разработки принят второй вариант организационно-технологической схемы с использованием крана типа «в окно» и его установкой при помощи автокрана КС-4572, Рис. 5. Основные указания по производству работ для выбранной схемы кратко сводятся к нижеследующему.

1. Демонтажные (демонтаж емкости на 90 м³) - работы выполняются вручную с монтажных подмостей, изготовленных по индивидуальному заказу, с инвентарных подмостей, с лестницы – стремянки трехсекционной раздвижной, ножки которой можно устанавливать на разной высоте. В качестве подъемного механизма используется упомянутый легкий поворотный кран типа «в окно» КОР-200 с поворотной стрелой $L = 980 - 1260$ мм [8, с. 354].

2. До начала работ по демонтажу металлической емкости в водонапорной башне рекомендуется заменить деревянный настил вокруг емкости. После замены настила приступить непосредственно к демонтажу. Работы вести в следующей последовательности:

- измерить толщину металла и вычислить размеры листа, которые по весу может нести рабочий-мужчина (30-35 кг). Размеры листа также должны быть доступны для переноса вручную;- непосредственно резку металла начинать с верха ёмкости, на стене ёмкости мелом нанести размеры вырезанной части листа;- просверлить отверстия в вырезанном листе и сохраняемой стенке;- после резки одной из вертикальных сторон листа через отверстия скрепить лист и стенку ёмкости.

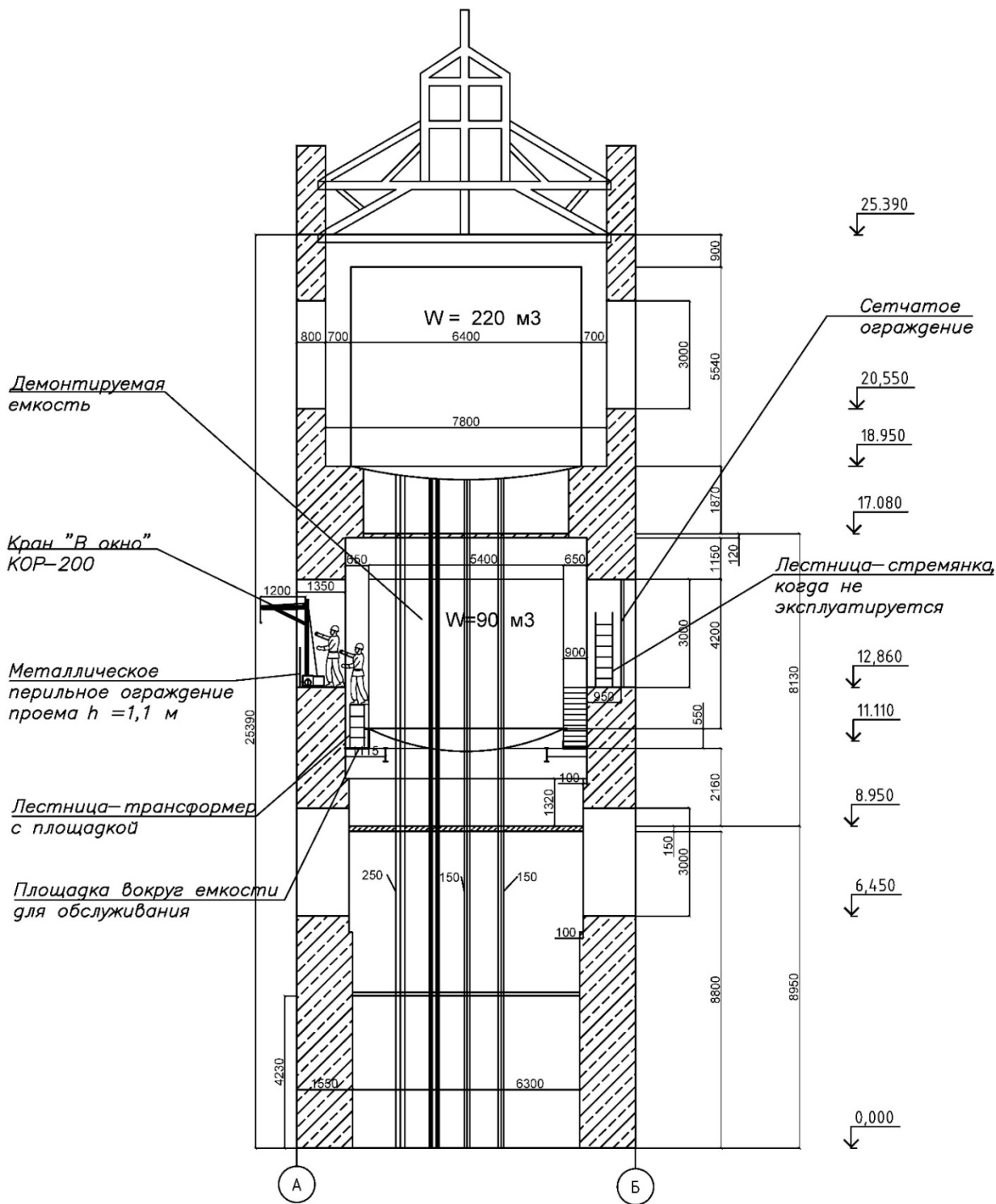


Рис.5. Технологическая схема производства монтажно-демонтажных и железобетонных работ с использованием крана «в окно» (разрез)

- разрезать вторую вертикальную сторону листа и тоже скрепить;
- разрезать нижнюю сторону листа, застропить отрезанный лист, открепить от стенок емкости и опустить на пол (настил), где его принимает другой рабочий и доставляет к монтажному проему;

- у проема на подмостях из лестницы-трансформера должен находиться другой промежуточный рабочий (монтажный проем находится от пола на высоте 1,7 м), который принимает лист и передает непосредственно в проем стропальщику;

- стропальщик стропит один или несколько листов и краном «в окно» спускает вниз через монтажный проем;

- внизу принимают срезанные листы, складывают, затем грузят на машину и вывозят на металлолом.

3. Бетонирование опорной железобетонной плиты на отметке 11.110 м от уровня пола первого этажа, производится вручную из приготовленной в бетономесителе на земле смеси. Транспортировка готовой смеси с уровня земли производится в малогабаритных емкостях при помощи того же крана типа «в окно» КОР-200, установленного в монтажном проеме на отметке 12.860 м.

4. Мелкоштучный монтаж и сварка конструкций нижнего резервуара из пластика, испытание на прочность и герметичность, монтаж стальных бандажей.

Кровельные и отделочные работы, устройство технологических трубопроводов и оборудования.

ВЫВОДЫ

В ходе детальной разработки научно обоснованной и выбранной технологии и организации работ по реконструкции объекта культурного наследия, водонапорной башни «Белый бассейн», было установлено, что принятая таким образом организационно-технологическая схема соответствует поставленным задачам и, применительно к данному объекту, является эффективным решением по организации производства строительных работ, позволяющим сэкономить время и уменьшить себестоимость реконструкции в целом, при этом, обеспечивая долговременную и безопасную эксплуатацию социально-значимого объекта инфраструктуры коммунального хозяйства Республики Крым.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция разработки стратегии социально-экономического развития Республики Крым на долгосрочный период (промежуточный итог работы по подготовке проекта стратегии) Приложение 1. Анализ социально-экономического, ресурсного и экологического состояния Республики Крым /Министерство экономического развития Республики Крым

http://minek.rk.gov.ru/file/File/2015/docs/strateg/st_rateg_konc/strateg_pr1.pdf;

2. Пчельников В.Н., Дзюба А.В. Актуальность реорганизации деградирующих территорий //Строительство и техногенная безопасность. - 2014. - №49. – С.5-11.

3. Знаменитая водонапорная башня в Томске // [электронный ресурс] <http://shabanov-f.livejournal.com/259174.html> (дата обращения 26.12.2016);

4. Музей «Старый Владимир» в водонапорной башне // [электронный ресурс] <http://www.tourister.ru/world/europe/russia/city/vladimir/museum/22459> (дата обращения 26.12.2016);

5. Кирнев А.Д. Строительные краны и грузоподъемные механизмы: справочник Ростов н/Д: Феникс 2013. — 666с.

6. Николенко И.В., Котовская Е.Е. Методика и анализ подбора насосных агрегатов для насосных станций подкачки систем водоснабжения - //Строительство и техногенная безопасность. - 2014. - №51. – С.112-121.

7. Николенко И.В., Котовская Е.Е. Оценка энергетической эффективности работы агрегатов насосных станций //Строительство и техногенная безопасность. - 2016. - №4(56). – С.112-121.

8. Романенко Т.Н., Федоркин С.И., Шаленный В.Т. Утепление ограждающих конструкций. - “East West” Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, Am Gestade 1, 1010 Vienna, Austria, 2016. - 365с.

9. Савйовский В. В. Технология реконструкции /В. В. Савйовский. – Х. : Основа, 1997. – 256 с.

10. Технология и организация монтажа строительных конструкций: Справочник /Под ред. В.К. Черненко, В.Ф. Баранникова. - К.: Будивэльник, 1988. - 276 с. -ISBN 5-7705-0269.

11. Цопа Н. Особенности управления энергосбережением в инвестиционно-строительном комплексе //Строительство и техногенная безопасность. - 2016. - №2(54). – С.54-59.

12. Шаленный В. Т. Организационно-технологические аспекты энергосбережения при модернизации производства конструкций и зданий из бетона. – Днепропетровск: Наука и образование, 2002. – 200 с.

SUBSTANTIATION AND DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY AND ORGANIZATION OF RECONSTRUCTION WORK OF THE WATER TOWER «WHITE POOL»

Summary. The analysis of the current relevance of the reconstruction of utilities, a study of the status and characteristics of the object, the revealed complex of necessary measures on restoration of functions of an object, selection and justification of technical solutions organization of production of restoration works on reconstruction aimed at reducing the cost of production of works, cost of labor and time for the reconstruction of the selected object, the detailed design of the selected technology of the organization of works and confirmation of the possibility of its use on the site.

Key words: technology of the organization, the monument of industrial architecture, reconstruction, organizational and technological scheme, recovery efficiency, water tower.

Памятка для авторов

Рекомендации

по списку использованных источников и ссылки на них

Оформление списка и ссылок выполняется в соответствии с:

- ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание
- ГОСТ 7.0.5-2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления.
- ГОСТ 7.82-2001. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов
- Регламент включения научных журналов в Российский индекс научного цитирования. М., 2008.

Общие положения

Цитирование двух или более источников под одним номером, одного и того же источника под разными номерами не допускается. Во всех источниках необходимо указывать фамилии и инициалы всех авторов. Ссылки на книги, переведенные на русский язык, должны сопровождаться ссылками на оригинальные издания с указанием выходных данных оригинального издания.

Ссылки на книги должны содержать следующую обязательную информацию: фамилия и инициалы авторов, название книги, город, год, количество страниц.

Ссылки на статьи в журналах должны содержать следующую обязательную информацию: фамилия и инициалы авторов, название статьи, название журнала, год, том (если указан), номер, страницы (первая и последняя, разделенные тире).

Ссылки на сборники (конференции, симпозиумы) должны содержать следующую обязательную информацию: фамилия и инициалы авторов, название сборника (конференции, симпозиума), город (место проведения), год, том (если указан), номер (если указан), количество страниц.

Ссылки на статьи в сборниках (материалах конференций, симпозиумов) должны содержать следующую обязательную информацию: фамилия и инициалы авторов, название статьи, название сборника (конференции, симпозиума), город (место проведения), год, том (если указан), номер (если указан), страницы (первая и последняя, разделенные тире).

Ссылки на электронные ресурсы удаленного доступа должны содержать следующую обязательную информацию: название ресурса, режим доступа, дата обращения.

В инициалах авторов между именем и отчеством пробел не ставится. В заголовке описания запятая после фамилии автора перед его инициалами может быть опущена. Если в документе один, два или три автора, то в сведениях об ответственности (т.е. за косой чертой после названия документа) они могут не повторяться. При наличии четырех и более авторов в сведениях об ответственности (т.е. за косой чертой после названия документа) приводят фамилии всех авторов. Допускается предписанный знак точку и тире, разделяющий области библиографического описания, заменять точкой. Допускается не использовать квадратные скобки для сведений, заимствованные не из предписанного источника информации.

Примеры основных правил оформления списка литературы.

Однотомная книга одного автора:

Глазунов В.А. Пространственные механизмы параллельной структуры. М.: Наука, 1991. 94 с.

Однотомная книга двух авторов:

Мельников Г.Н., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов: учебник для студентов машиностроит. специальностей вузов. М.: Машиностроение, 1990. 352 с.

Однотомная книга трех авторов:

Попов Е.В., Верещагин А.Ф., Зенкевич С.Л. Манипуляционные роботы. Динамика и алгоритмы. М.: Наука, 1978. 400 с.

Однотомная книга четырех и более авторов:

Справочное руководство по небесной механике и астродинамике / В.К. Абалакин, Е.П. Аксенов, Е.А. Гребеников, В.Г. Демин, Ю.А. Рябов ; под ред. Г.Н. Дубошина. М.: Наука, 1976. 864 с.

Импульсные источники света / И.С. Маршак, А.С. Дойников, В.П. Жильцов, В.П. Кирсанов, Р.Е. Ровинский, Л.Н. Щукин, М.Г. Фейгенбаум; под общ. ред. И.С. Маршака. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергия, 1978. 472 с.

Переводная книга:

Себехей В. Теория орбит: ограниченная задача трех тел : пер. с англ. / под ред. Г.Н. Дубошина. М.: Наука, 1982. 656 с. [Victor G. Szebehely. Theory of Orbits: the Restricted Problem of Three Bodies. New York : Academic Press, 1967.]

Дейт К.Дж. Введение в системы баз данных : пер. с англ. М.: Вильямс, 2006. 1328 с. [Date C.J. An Introduction to Database Systems. 8th ed. Addison-Wesley, 2003. 1024 p.]

Отдельный том многотомного издания:

Сварка и свариваемые материалы : справочник. В 3 т. Т. 1. Свариваемость материалов / ред. Э.Л. Макаров. М.: Металлургия, 1991. 258 с.

Глава из книги:

Глазырин Б.Э. Автоматизация выполнения отдельных операций в Word 2000 // Office 2000 : 5 кн. в 1 : самоучитель / Э. М. Берлинер, И. Б. Глазырина, Б. Э. Глазырин. 2-е изд., перераб. М., 2002. Гл. 14. С. 281-298.

Статья из многотомного издания

Кулаков В.А. Викторианский стиль // БРЭ. М., 2006. Т.5. С. 308 – 309.

Диссертация:

Пнев А.Б. Оптико-электронные измерительные системы на основе квазираспределенных волоконно-оптических брэгговских датчиков : дис. ... канд. техн. наук. М., 2008. 176 с.

Автореферат диссертации:

Вишняков И. В. Модели и методы оценки коммерческих банков в условиях неопределенности : автореф. дис. ... канд. экон. наук. М., 2002. 15 с.

Аналитический обзор:

Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья: аналит. обзор, апр. 2007 / Рос. акад. наук, Ин-т мировой экономики и междунар. отношений. М.,: ИМЭМО, 2007. 39 с.

Депонированная научная работа

Алгоритм численного решения жестких дифференциальных уравнений / Ю.Ю. Громов, М.М. Деревуз, Н.А. Земской, О.Г. Иванова, Н.Г. Мосягина; Тамбовский государственный технический университет. Тамбов, 1999. 8 с. Деп. в ВИНТИ 04.03.1999, № 669-В1999.

Стандарт:

ГОСТ Р 517721 – 2001. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования. Введ. 2002-01-01. М. : Изд-во стандартов, 2001. 27 с.

Патент:

Чугаева В.И. Приемопередающее устройство : пат. 2187888 Российская Федерация. 2002. Бюл. № 23 (2 ч.). 3 с.

Описание составной части документа.

Статья из периодического издания (журнала):

Чайковский М.М., Ядыкин И.Б. Оптимальная настройка ПИД-регуляторов для многосвязных билинейных объектов управления // Автоматика и телемеханика. 2009. №1. С. 130 - 146.

Звягин Ф.В. Об одном классе орбит в задачах трех и четырех тел // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение. 2010. №2. С. 105—113.

Станкевич И.В., Яковлев М.Е., Си Ту Хтет. Разработка алгоритма контактного взаимодействия на основе альтернирующего метода // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Естественные науки. 2011. Спец. вып. Прикладная математика. С. 134 – 141.

Статья из сборника:

Двинянинова Г.С. Комплимент: Коммуникативный статус или стратегия в дискурсе // Социальная власть языка: сб. науч. тр. Воронеж, 2001. С. 42 – 49.

Орлик А.Г., Коберник Н.В. Получение износостойких антиабразивных покрытий // Труды МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2010. № 602 : Математическое моделирование сложных технических систем. С. 34-38.

Статья из продолжающегося издания.

Белова Г. Д. Некоторые вопросы уголовной ответственности за нарушение налогового законодательства // Актуал. проблемы прокурор. надзора. 2001. Вып. 5 : Прокурорский надзор за исполнением уголовного и уголовно-процессуального законодательства. Организация деятельности прокуратуры. С. 46-49.

Живописцев В. П., Пятосин Л.П. Комплексные соединения тория с диантипирилметаном // Учен. зап. / Перм. ун-т. 1970. № 207. С. 184-191.

Из материалов конференции:

Карпенко А.П., Селиверстов Е.Ю. Глобальная оптимизация методом роя частиц на графических процессорах // Всерос. суперкомпьютерная конференция «Научный сервис в сети Интернет: масштабируемость, параллельность, эффективность»: труды. М.: Изд-во МГУ, 2009. С.188-191.

Симонов А. Очистка сточных вод: проектирование технических устройств // 7-я региональная конференция молодых исследователей Волгоградской области (Волгоград, 12-15 мая 2002 г.) : тез. докл. Волгоград, 2002. С. 13-15.

Электронные ресурсы удаленного доступа:

Колесов Ю.Б., Сениченков Ю.Б. Имитационное моделирование сложных динамических систем. Режим доступа: http://www.exponenta.ru/soft/others/mvs/ds_sim.asp (дата обращения 20.04.2012).

Топтыгин И. Н. Математическое введение в курс общей физики: учеб. пособие для студентов. СПб.- 2000. Режим доступа: <ftp://ftp.unilib.neva.ru/dl/010.pdf> (дата обращения 20.04.2012).

Российская государственная библиотека. Режим доступа: <http://www.rsl.ru> (дата обращения 01.05.2012).

Статья из электронного журнала:

Автор 1:

Шахтарин Б. И. Оценка действия гармонической помехи на фазовую автоподстройку // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. № 4. Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/353914.html> (дата обращения 18.04.2012).

Авторов 2:

Каганов Ю.Т., Карпенко А.П. Математическое моделирование кинематики и динамики робота-манипулятора типа «хобот». 1. Математические модели секции манипулятора, как механизма параллельной кинематики типа «трипод» // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2009. № 10. Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/133262.html> (дата обращения 20.04.2012).

Авторов 3:

Буренков В. С., Иванов С.Р., Савельев А.Я. Проблемы формальной верификации технических систем // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. № 4. Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/373672.html> (дата обращения 18.04.2012).

Авторов больше 4-х:

Численное моделирование процесса калибровки осесимметричных деталей жидкой технологической средой / А.С. Софьин, А.В. Стрижков, Н.В. Ульвис, О.В. Зарубина, Р.В. Боярская // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. № 4. Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/361706.html> (дата обращения 18.04.2012).

Статья, которой присвоен номер DOI:

Постникова Т.В. Анализ факторов, влияющих на построение цепи поставки с учетом ограничений логистической инфраструктуры // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. № 5. DOI: <http://dx.doi.org/10.7463/1994-0408.0512-351140.400544>

Strukov D.B., Snider G. S., Stewart D. R., Williams S. R. The missing memristor found // Nature. 2008. vol. 453. PP. 80-83. DOI: 10.1038/nature06932

Правила оформления статей в сборник «Строительство и техногенная безопасность»

Объем статьи, включая таблицы, рисунки и фотографии не должен превышать 10 страниц.

Шрифт. Нормальный Times New Roman (TNR), размер шрифта – 10 пт одинарный интервал; интервал шрифта – обычный (без растяжения или уплотнения). Варианты шрифта в тексте статьи: типа *курсива* или жирного шрифта *допускаются*, подчеркивание слов и предложений *не допускаются*.

Оформление статьи. Параметры страницы: верхнее – 2,5 см, нижнее – 2,5см, левое-2,5см, правое-2см. Оформление в две колонки: ширина колонки – 7,32 см, промежуток – 0,5 см.

Таблицы. Таблица озаглавляется словом Таблица 1 (шрифт – обычный TNR 10 пт, по центру) со следующим за ним номером с точкой. Далее помещается название таблицы с прописной буквы (не более 3-х строк), без заключительной точки. Размер таблиц и рисунков не должен превышать размер В5 (12,5 х 19,5 см). Шрифт заголовков столбцов и строк, содержания таблицы – обычный TNR 10 пунктов. Таблицы нумеруются арабскими цифрами.

Рисунки и графики. Рисунки и графики озаглавляются словом Рис.1 (шрифт – обычный TNR 10 пунктов) со следующим за ним номером с точкой. Рисунки выполняются в графических редакторах, совместимых с Word и размещаются по тексту. Под рисунком помещается подпись. Короткая подпись центрируется, а если длинная – форматируется с абзацем первой строки. Качество рисунков и графиков должно обеспечивать прочтение и тиражирование. Рисунки и графики нумеруются арабскими цифрами.

Формулы. Формулы набираются в редакторе формул Equation или Math Type. Использовать для набора формул графические объекты, кадры и таблицы *запрещается*. Формула располагается по центру строки, номер формулы (в круглых скобках, TNR 11 пт) – по правому краю страницы, от окружающего текста отделяется пустыми строками. Формульное окно принудительно растягивать или сжимать нельзя. Применение единиц измерений в международной системе СИ – *обязательно*.

Обязательный порядок статьи.

Название статьи шрифт TNR 12 пт все прописными.

Имя и фамилия автора(ов), шрифт обычный TNR 12 пт.

Место работы авторов, шрифт обычный TNR 9 пт., адрес места работы, e-mail

Аннотация статьи (Summary) от 100 до 200 слов, шрифт обычный TNR 9 пт.

Ключевые слова (Key words) до 6 слов, необходимых для поиска или классификатора, шрифт обычный TNR 9 пт.

Текстовая часть. Статья должна содержать такие разделы: введение; анализ публикаций, материалов, методов; цель и постановка задачи исследований; основной раздел с результатами и их анализом; выводы, список литературы. Заголовки разделов набираются строчными буквами, шрифт TNR 11 пт, центрируются.

Научное издание

CuTB №6(58) – 2017

СТРОИТЕЛЬСТВО И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сборник научных трудов академии строительства и архитектуры ФГАОУ ВО
«Крымский федеральный университет В. И. Вернадского»

Технический и художественный
редактор *Е. В. Мажарова* Вёрстка и
дизайн *В. А. Бибик*

Подписано к печати 19.05.2017

Формат 60x84/8

Усл. печ. л. 15,8

Тираж 50 шт.

Издательство «Антиква»

295000, Российская Федерация, Республика Крым, г.
Симферополь, пер. Героев Аджимушка 6, оф. 3, тел.:
+79788913701 e-mail: antikva07@mail.ru

Типография ИП Гальцовой Н. А. Российская
Федерация, Республика Крым,
г. Симферополь, пгт. Аграрное, ул. Парковая 7, кв. 908